



ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

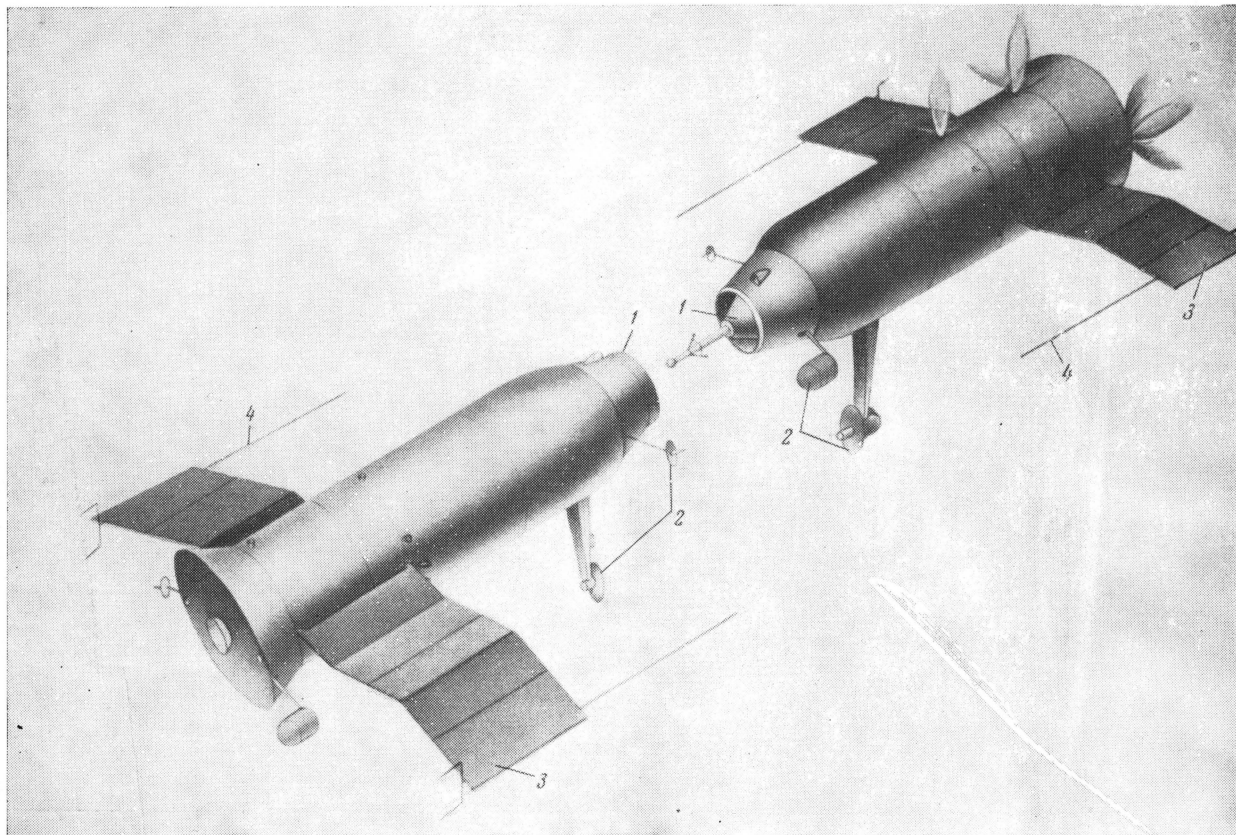
1968

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Первая в мире автоматическая стыковка на орбите



30 октября 1967 г. в 12 часов 20 минут московского времени впервые в мире была осуществлена автоматическая стыковка на орбите искусственного спутника Земли «Космос-188» со спутником «Космос-186».

Искусственный спутник Земли «Космос-186» был запущен 27 октября, а «Космос-188» — 30 октября 1967 г.

После завершения совместного полета состыкованного комплекса были произведены автоматическая расстыковка спутников и их возвращение на Землю. В соответствии с программой эксперимента «активный» спутник «Космос-186» на 65-м витке 31 октября 1967 г. по команде с

Земли осуществил мягкую посадку в заданном районе, а «пассивный» спутник «Космос-188» еще двое суток продолжал выполнение программы исследования космического пространства.

2 ноября 1967 г. выдающийся эксперимент в космосе был завершен. Новый замечательный успех советской науки и техники в канун славного юбилея 50-летия Великого Октября — важный шаг в совершенствовании ракетно-космических комплексов. Автоматическая стыковка искусственных спутников Земли расширяет возможности создания орбитальных станций и осуществления межпланетных перелетов.

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР

Основан в 1965 году

Выходит 6 раз в год



ЯНВАРЬ — ФЕВРАЛЬ

1 1968

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
Москва

В НОМЕРЕ

- Т. А. Агекян — Теоретические исследования в области звездной астрономии в Советском Союзе 2
В. В. Шевченко — Астрономическая ориентировка на Луне 14
С. П. Горшков — Ледниковые периоды и рельеф суши 24
О. Дольфюс — Открытие Януса — десятого спутника Сатурна 34
В. Г. Снопков — О проблеме пресной воды 39
А. В. Засов — Необычные галактики 45

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- Д. Я. Мартынов — XIII съезд Международного астрономического союза 54
В. А. Бронштэн — Физика и динамика метеоров 67

ПО ОБСЕРВАТОРИЯМ И ИНСТИТУТАМ

- К. А. Бархатова — Самая восточная в Европе 70

ЛЮДИ НАУКИ

- Г. П. Логинова, В. Г. Селиханович — Федор, Алексеев сын, Семенов — курский астроном 76

МЫСЛИ ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

- Е. П. Левитан — Новое в преподавании астрономии в средней школе 80

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- А. Д. Марленский, В. Ф. Заболотный — Астрономические наблюдения в марте — апреле 1968 года 85
М. М. Дагаев — Полное солнечное затмение 22 сентября 1968 г. 87

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

- Е. В. Миловидов — Международный геофизический год в филателии 91

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- И. А. Хвостиков — На Солнце все спокойно! 93
Р. В. Куницкий — «Вселенная Гершеля» 95

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Новая Дельфина 1967 [11]; Крупный солнечный радиотелескоп [13]; Существует ли вокруг Земли пылевое облако? [22]; Соединения водорода в атмосфере Венеры [37]; «Моря» и «каналы» Марса могут оказаться возвышенностями [38]; Как увеличить запасы пресной воды в засушливых зонах [44]; Атомная установка для опреснения морской воды [44]; О глобальном горизонтальном зондировании [44]; Новые карты Луны на XIII съезде Международного астрономического союза [63]; Награждение советского ученого [69]; Популярность советского «Атласа Антарктики» [69]; Создание Института геологии и геохронологии докембрия [69]; Семинар преподавателей астрономии педагогических институтов Украины [79]; Карта Луны для астрономов-любителей [90]; Малые планеты и женские имена [96].

На обложке: 1-я стр. — Спиральная галактика NGC 4594 (к статье А. В. Засова). 4-я стр. — Ледник на одном из участков Берегового хребта в провинции Британская Колумбия (Канада). Ледниковые ниши — кары (К) находятся в верхней правой части массива. Слева он увенчан пирамидальной вершиной — карлингом (к статье С. П. Горшкова, рис. 4).

Теоретические исследования в области звездной астрономии в Советском Союзе

Т. А. АГЕЕЯН,
профессор

В области теоретической звездной астрономии наука нашей страны имеет весьма ценные традиции. Одним из пионеров изучения строения Галактики был директор Пулковской обсерватории В. Струве. Еще в 1847 г. на основании теоретических исследований, опирающихся на наблюдаемое распределение звезд, В. Струве в решительной форме высказал замечательную догадку о существовании поглощения света в межзвездном пространстве, опередив почти на столетие естественное развитие науки в этой области. В 1859 г. казанский астроном М. А. Ковальский, также опережая науку своего времени, разработал теоретический метод определения скорости Солнца по отношению к окрестным звездам. Он впервые высказал мысль о вращении нашей звездной системы и создал теорию, позволяющую исследовать это явление.

Но в дореволюционное время и даже позднее, в 20-е и 30-е годы нынешнего столетия, несмотря на отдельные крупные достижения, отечественные исследования в теоретической звездной астрономии, как и в большей части других наук, не образовывали того непрерывного фронта, какой мы имеем в настоящее время. Сейчас можно утверждать, что нет таких актуальных проблем теоретической звездной астрономии, в разрешении которых советские ученые не внесли бы значительного вклада.

Первые советские работы в этой области принадлежат В. Г. Фесенкову и К. Ф. Огородникову. В 1925—1926 гг. на обширном материале собственных движений и лучевых скоростей звезд они определили координаты апекса и величину скорости Солнца по отно-

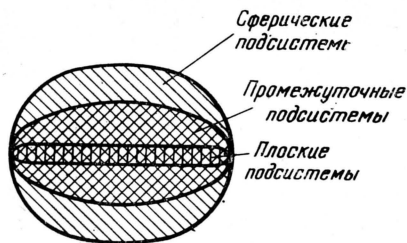
шению к звездам различных спектральных классов.

В 1932 г. К. Ф. Огородников выступил с работой, в которой к звездным системам, в частности к Галактике, был применен совершенно новый подход. Галактика рассматривалась не просто как собрание отдельных перемещающихся тел — звезд, а как единая система, в движении которой участвует каждая точка занимаемого ею пространства. В теории К. Ф. Огородникова совокупность наблюдаемых лучевых скоростей и собственных движений звезд определяла общую закономерность движений пространства, принадлежащего звездной системе. Установив закономерности движения звездной системы как единого целого, можно найти и скорость звезды по отношению к той точке пространства, в которой звезда находится, — остаточную скорость звезды. Такой подход к звездным системам как системам, обладающим не только свойствами дискретности, но и свойствами непрерывности, оказался весьма плодотворным. Теория К. Ф. Огородникова была обобщена английским теоретиком Э. Милном и легла в основу методов построения моделей Галактики и других звездных систем.

Следующий важный шаг в разработке моделей Галактики был сделан П. П. Паренаго. На основании теоретических соображений он получил простое выражение для потенциала в плоскости Галактики:

$$\Phi(R) = \frac{a}{1 + bR^2},$$

справедливое до некоторого достаточно большого расстояния R от ее оси вращения. Про-



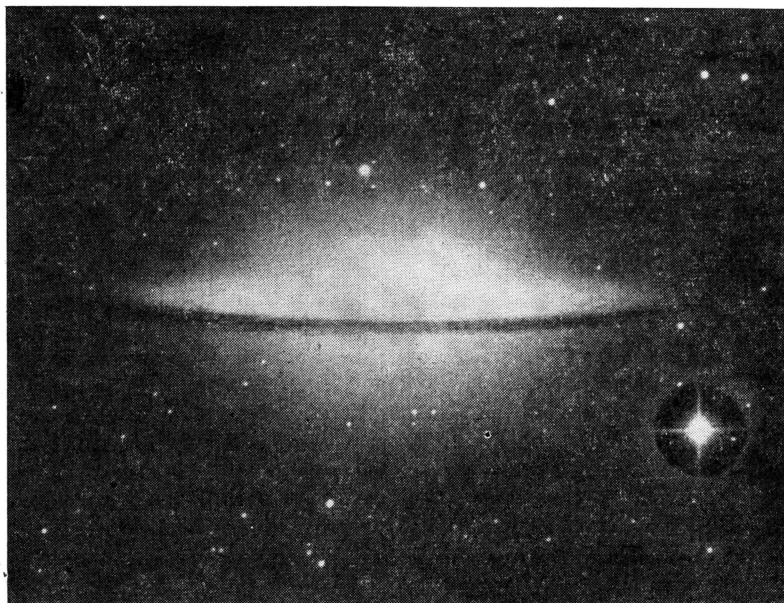
Области, занимаемые плоскими, промежуточными и сферическими подсистемами, при наблюдении Галактики с ребра

блема построения эмпирических моделей Галактики была затем значительно продвинута в работах Г. Г. Кузмина, Г. М. Идлisa, Я. Э. Эйнасто, С. А. Кутузова. Успех работы в этом направлении требует учета все возрастающего количества новых наблюдательных данных, среди которых в последние годы важную роль стали играть данные радиоастрономии. Все-таки мы располагаем только небольшим количеством сведений о распределении материи и ее движения в Галактике. Построить модель — значит воссоздать картину в целом. При этом нужно учитывать, что звездные системы являются самогравитирующими системами. Их собственная материя создает то силовое гравитационное поле, которое управляет движением самой материи. Поэтому распределение и движение звезд в Галактике сложным образом связаны между собой. Эмпирическая модель Галактики должна не только воссоздавать общую картину на основании того, что наблюдается, но и согласовать распределение плотности с распределением средних движений в звездной системе.

Построению моделей Галактики большое внимание уделяют и зарубежные звездные астрономы. Каждая новая модель учитывает достоинства и недостатки предыдущих. Можно утверждать, что после-

довательность моделей Галактики, которые строят ученые разных стран, постепенно приближает разрешение одной из важнейших задач современной астрономии — получение новой и точной картины звездной системы, в которой мы живем.

В 1942—1949 гг. Б. В. Кукаркин показал, что переменные звезды разных типов располагаются в Галактике различным образом, и сделал заключение, что разные области Галактики имеют различный звездный состав, что наша звездная система складывается из большого числа как бы вложенных друг в друга и пронизывающих друг друга подсистем. Каждая подсистема образована звездами одного типа. Подсистемы Галактики отличаются друг от друга главным образом различной степенью сжатия. Уместно разделить их на три класса: плоские, промежуточные и сферические. Последующие исследования, выполненные Б. В. Кукаркиным, П. П. Паренаго, Я. Я. Икауниексом, К. А. Бархатовой, И. М. Копыловым, подтвердили представление о Галактике как совокупности подсистем. Выяснилось, что плоские подсистемы образуют долгопериодические цефеиды, звезды горячие гиганты, рас-



Галактика NGC 4594, в которой отчетливо проявляется разделение звездного населения на плоскую и сферическую составляющие

сеянные скопления, темные туманности, водородные облака. Объекты этих подсистем очень сильно сконцентрированы около плоскости Галактики. Промежуточные подсистемы — это подсистемы новых звезд, звезд белых карликов, планетарных туманностей, переменных звезд типа RV Тельца и некоторых других типов переменных звезд. Сферические подсистемы, т. е. подсистемы со слабым сжатием, образуют звезды субкарлики, шаровые скопления, короткопериодические цефеиды.

Сделанные выводы имели большое значение. Дело не только в том, что строение Галактики оказалось более сложным, чем предполагали. Существование отличных друг от друга подсистем показало, что разного типа звезды и другие объекты нашей звездной системы формируются различным образом, имеют, по крайней мере, различный возраст. Многочисленные работы зарубежных астрономов подтвердили правильность взглядов о составной структуре Галактики и других звездных систем. В некоторых галактиках, как например в NGC 4594, разделение сферической и плоской составляющих заметно уже при беглом взгляде на фотографию этой галактики. Зарубежные астрономы изменили терминологию: вместо населения сферических подсистем они говорят население гало, а вместо населения плоских подсистем — население диска. Но это, разумеется, не меняет сущности явления.

Исследование подсистем Галактики, построение общей модели и изучение спиральных ветвей ее было бы значительно более простым делом, будь наша звездная система абсолютно прозрачной. Межзвездная пыль ослабляет свет звезд. Если поглощение света не учитывать, то расстояния звезд и других объектов, определенных фотометрическим методом, преувеличиваются, причем расстояния далеких объектов преувеличиваются во много раз. Межзвездную материю нужно изучать не только потому, что она сама является важным и интересным объектом исследования, но и потому, что, не изучив ее свойства и распределение, нельзя внести надлежащие исправления в расстояния объектов, получить правильную картину нашей звездной системы. Советские астрономы сделали большой вклад в разрешение этой задачи.

Первоначальные представления о пылевом веществе в Галактике сводились к тому,

что оно располагается непрерывным слоем около плоскости Галактики, и что в этом сплошном разреженном слое плавает некоторое количество обширных и плотных пылевых облаков — «угольных мешков». Последнее обнаруживали себя тем, что в участках неба, где они располагались, наблюдалась зияющая пустота — почти полное отсутствие звезд.

В 1938 г. В. А. Амбарцумян и Ш. Г. Горделадзе определили, что связь светлых пылевых туманностей и освещающих их звезд случайна. Каждая такая туманность видна лишь потому, что случайным образом на ее пути встретилась звезда, которая сейчас ее освещает. Подсчет показал, что на каждую такую освещенную туманность приходится около 2000 темных, ненаблюдаемых туманностей. Общее число темных туманностей в Галактике должно быть оценено в 100 млн., и их совокупным действием может быть объяснено наблюдаемое поглощение света в нашей звездной системе. А угольные мешки — это просто наиболее крупные, близкие и плотные пылевые облака.

В дальнейшем В. А. Амбарцумян развил изящную вероятностную теорию флуктуаций яркости неба, вызываемых облаками поглощающей материи, и оценил средние характеристики отдельных туманностей. Конечно, неправильно думать, что вся пылевая материя собрана в отдельные облака, разделенные областями, полностью лишенными пылинок, но совершенно другая структура пылевой материи в Галактике не вызывает сомнений.

Эти результаты показывают, что для отдельной звезды, по ее положению в пространстве, нельзя определить поглощение света, так как оно зависит от случайного расположения темных облаков между наблюдателем и звездой. Для решения вопроса нужно привлечь дополнительные данные: спектр звезды, ее цвет. Но если выполняется статистическая работа с большим числом звезд, то поглощение можно учитывать без привлечения дополнительных данных — по методу, разработанному П. П. Паренаго в 1940 г.

Особенно важную роль точный учет поглощения света играет при исследовании расположения спиральных ветвей Галактики. Спиральные ветви находятся в плоскости Галактики, здесь поглощение света особенно велико, и расстояния до звезд — горячих гигантов и сверхгигантов, из которых



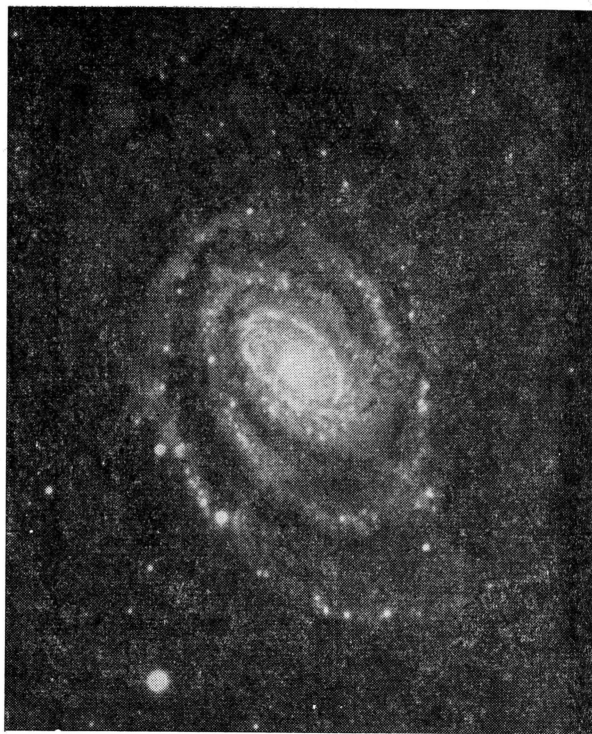
Галактика NGC 1232 с большим числом спиральных ветвей

составлены спиральные ветви, — сильно искажаются. Поэтому результаты большого числа работ, выполненных в разных странах и посвященных локализации спиральной структуры Галактики, противоречат друг другу; спиральные ветви не удается надежно обрисовать. В этой связи необходимо отметить недавние исследования Е. Д. Павловской и А. С. Шарова, в которых приводятся доводы в пользу того, что наша звездная система относится к спиральным галактикам с большим числом спиральных ветвей, таких, как NGC 1232, а не обычных двуспиральных, как NGC 5364. Возможно, большое число спиральных ветвей Галактики явилось еще одной причиной, усложнившей задачу обрисовки ее спиральной структуры.

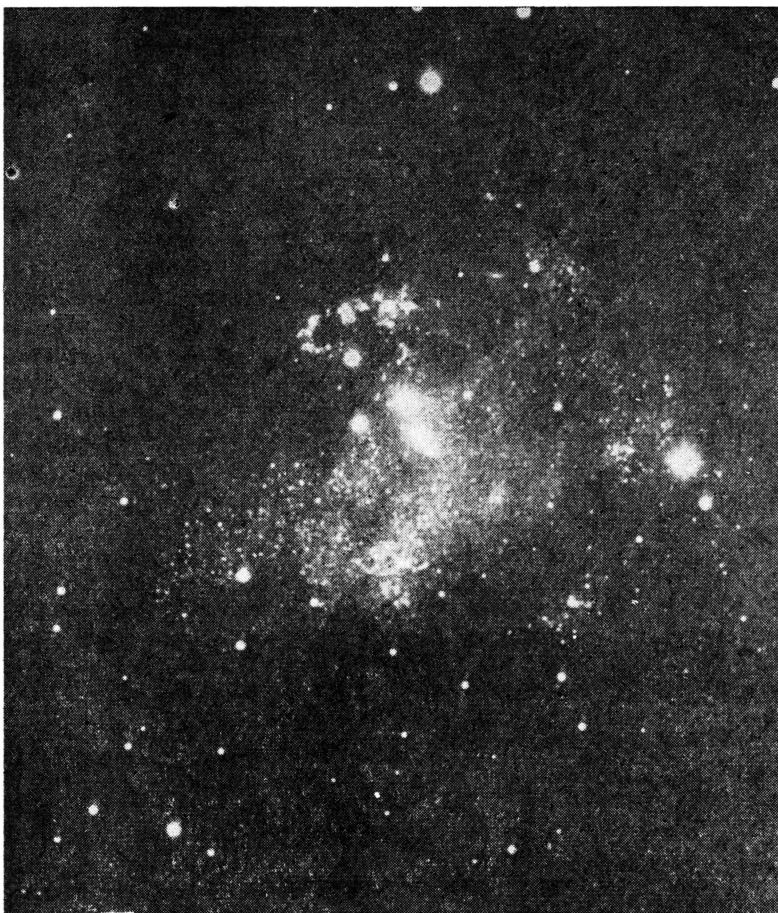
В звездных системах движение звезд происходит в силовом гравитационном поле, порожденном самой системой. В свою очередь движения — перемещения звезд — должны изменять гравитационное поле системы. Вследствие этого галактики, звездные скопления, кратные звезды должны проходить определенную динамическую эволюцию.

Важную роль в развитии звездной динамики сыграла указанная впервые В. А. Амбарцумяном необходимость различать два рода гравитационных сил в звездных системах. Звезду, движущуюся в звездной системе, притягивают все остальные звезды. Эти силы геометрически складываются в одну. Но в получаемой сумме следует различать две части: одна образована притяжением нескольких ближайших звезд, другая — притяжением всех остальных звезд системы. Сила притяжения всех звезд системы, исключая ближайшие, зависит от того, в каком месте системы находится рассматриваемая звезда. При движении звезды в системе изменение этой силы носит плавный, закономерный характер. В. А. Амбарцумян назвал эту часть силы *регулярной*.

Иное дело часть суммарной силы, образованная притяжением нескольких ближайших звезд. Эта сила зависит от того, как случайным образом сложится обстановка в ближайших окрестностях рассматриваемой звезды, как расположатся ее звезды-соседи. Эта



Галактика NGC 5364 с двумя спиральными ветвями



Неправильная галактика Но II, находящаяся в нестационарном состоянии

часть силы носит случайный характер, она получила название иррегулярной силы.

Разделение влияний на регулярные и иррегулярные, вызываемые общим закономерным характером условий и условиями, случайным образом складывающимися в непосредственной близости от рассматриваемого субъекта, является универсальным в природе. Даже в такой сложной области взаимоотношений, как взаимоотношения человека и общества, ясно проступает разделение влияний на регулярные: влияние общества в целом — выработанные им законы, уклад жизни; и иррегулярные: влияние тех членов общества, с которым данное лицо непосредственно общается — членов семьи, друзей, товарищей по работе.

Если с течением времени распределение звездной плотности и распределение скоростей звезд в системе не меняются, то система называется стационарной. В момент, когда она сформировалась, звездная система должна быть нестационарной. Так должно быть потому, что для каждой системы с определенным числом звезд данной массы, заданными общей энергией и общим количеством вращения, имеется лишь одно стационарное состояние. Все остальные состояния (а их бесчисленное множество) являются нестационарными. Поэтому практически невероятно, чтобы звездная система при формировании оказалась сразу в стационарном состоянии.

Переход от нестационарного состояния в стационарное происходит под влиянием как регулярных, так и иррегулярных сил. Но скорость действия этих сил различна. Регулярные силы действуют приблизительно в $\frac{\sqrt{n}}{2}$ быстрее

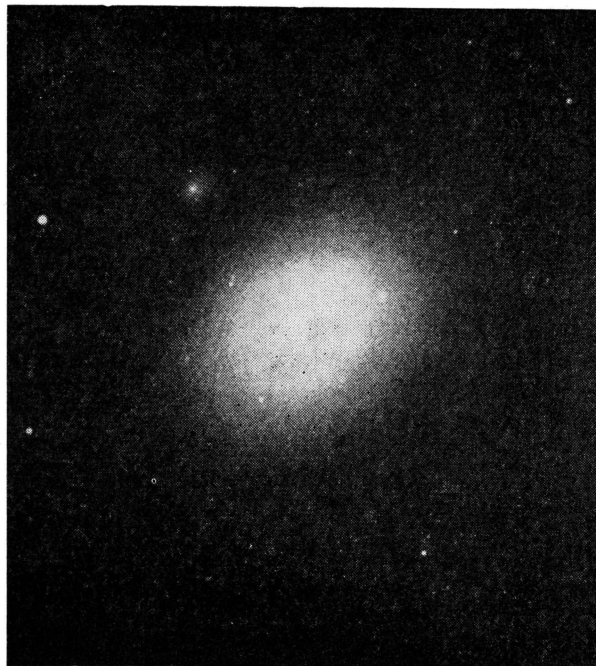
иррегулярных (n — число тел в системе). Поэтому в системах с большим числом звезд сначала устанавливается состояние, стационарное относительно регулярных сил, а состояние, стационарное относительно иррегулярных сил, устанавливается намного позднее. Анализ показал, что большие вращающиеся звездные системы в ходе эволюции проходят четыре стадии: I — нестационарное состояние; II — состояние, стационарное в регулярном поле; III — состояние, стационарное в каждой точке иррегулярного поля; IV — состояние, стационарное в целом. Различие между III и IV стадиями объясняется тем, что после того, как установится состояние, стационарное в каждой точке иррегулярного поля, и распределение скоростей звезд станет близким к максвелловскому (как, например, у молекул окружающего нас воздуха), иррегулярные силы будут проделывать

длительную работу по выравниванию угловых скоростей вращения в разных частях системы.

Внешний вид звездной системы связан со стадией ее эволюции. Как наблюдательные данные, так и теоретические соображения показывают, что на I стадии эволюции находятся неправильные галактики и неправильные скопления галактик; на II стадии эволюции — спиральные галактики, гигантские эллиптические галактики, внешние области шаровых скоплений, сферические скопления галактик; на III стадии — внутренние области шаровых скоплений, некоторые карликовые эллиптические галактики; на IV стадии — рассеянные скопления, кратные звезды, быть может некоторые карликовые эллиптические галактики. В распределение по стадиям эволюции включены и скопления галактик, поскольку они также являются системами гравитирующих тел и для них справедливы те же общие динамические законы, которые управляют звездными системами.

При исследовании действия регулярных сил одной из центральных проблем оказывается проблема так называемого третьего интеграла движения. Суть ее вкратце состоит в том, что при движении звезды в стационарной звездной системе координаты и компоненты скорости звезды непрерывно изменяются, но два математических выражения, две математические комбинации, составленные из координат и компонентов скоростей, в течение всего времени движения звезды остаются постоянными величинами. Первая из этих комбинаций называется интегралом энергии. Постоянство ее показывает, что в стационарной системе сумма кинетической и потенциальной энергии звезды остается неизменной во все время движения. Вторая комбинация называется интегралом площадей. Ее постоянство выражает неизменность во все время движения секториальной скорости проекции радиуса-вектора звезды на главную плоскость системы.

Таких, сохраняющих постоянство численного значения, комбинаций из координат и компонентов скорости звезды известно две. Однако теоретические соображения показывают, что должна существовать еще одна — третья комбинация координат и компонентов скорости звезды, остающаяся неизменной во время ее движения. Если бы существовали только две такие комбинации, то

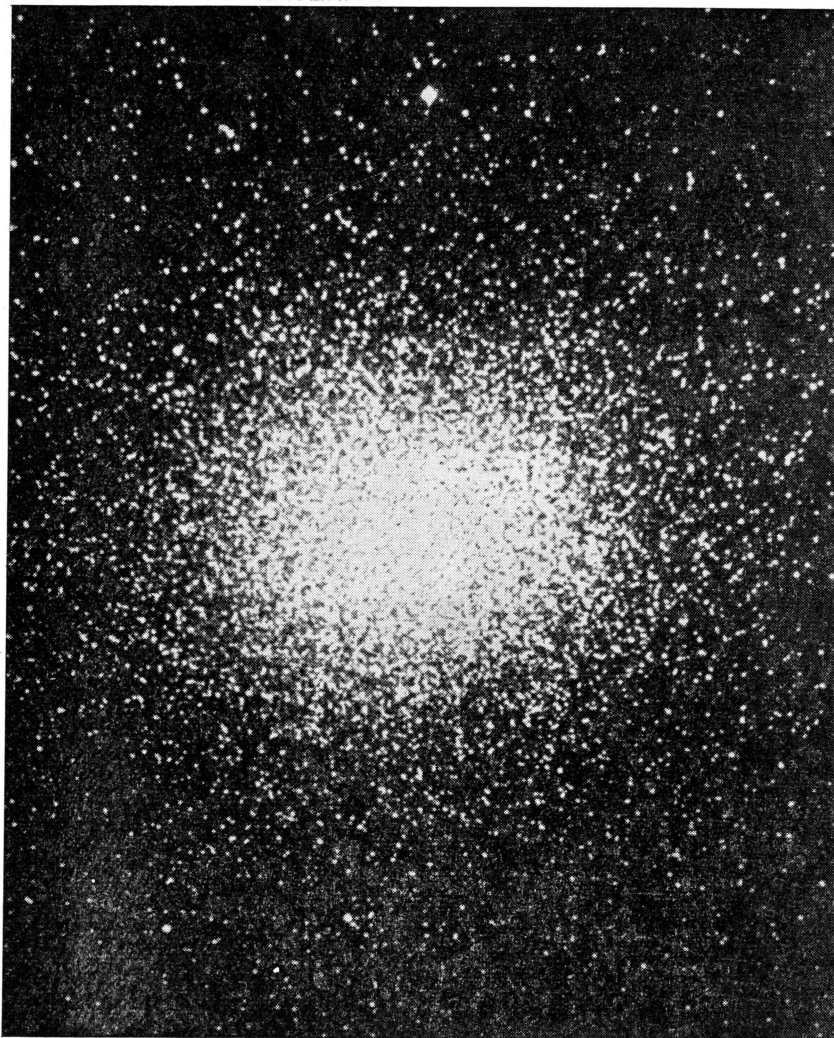


Эллиптическая галактика NGC 4406, находящаяся на стадии стационарности в регулярном поле

средние величины остаточных скоростей звезд, направленных на центр Галактики и на галактический полюс, были бы равны между собой. Наблюдения же лучевых скоростей и собственных движений звезд дают уверенное отношение этих величин 2:1. Значит третий интеграл должен существовать. Но получить его математическое выражение в общем случае оказывается невозможно.

На важность этой проблемы указал в 1953 г. Г. Г. Кузмин. При некоторых дополнительных условиях, налагаемых на потенциал системы, он нашел новое выражение, которое при движении звезды остается почти постоянным, является, как принято говорить, квазинтегралом. В последующие годы проблеме третьего интеграла движения посвящалось много исследований, в том числе советских (Г. Г. Кузмин, К. Ф. Огородников, Г. М. Идлис, И. Л. Генкин). Эта трудная задача еще далека от полного разрешения, но многие ее стороны стали ясны.

Внимание к иррегулярным силам было привлечено в 1937 г. работой В. А. Амбарцумяна, который показал, что эти силы вызывают сравнительно быстрый распад (дис-



Шаровое скопление ω Центавра. Его внутренние области достигли III стадии эволюции, а периферийные находятся на стадии II

сипацию) рассеянных скоплений и, можно думать, что все звезды Галактики — это звезды распавшихся рассеянных скоплений. Л. Э. Гуревич и Б. Ю. Левин раскрыли общую картину диссипации невращающегося скопления: отдельные звезды постепенно покидают его, а остающиеся — сдвигаются плотнее, их движения внутри скопления убыстряются, скорость диссипации возрастает и в конечный срок (порядка 10^7 — 10^8 лет) рассеянное скопление диссипирует полностью. Диссипацию вращающихся систем исследовал автор статьи, выяснивший, что вращаю-

звезда, сближаясь с другими звездами, т. е. испытав действие иррегулярных сил, изменяет свою скорость. Тесные сближения происходят редко, но каждое такое сближение сильно изменяет скорость звезды. Нетесные же сближения мало влияют на скорость звезды, но случаются они чаще. До сих пор при изучении поведения звезды в звездном поле тесные сближения не учитывались. Полагали, что случайный процесс изменения скорости звезды состоит из очень большого числа ничтожно малых изменений, и счита-



Вращающаяся звездная система, не изменяющая своей формы при диссипации из нее звезд. Более сжатые системы при диссипации звезд продолжают уплотняться, а менее сжатые — эволюционируют в сторону сферичности

щиеся системы распадаются на две эволюционные последовательности. Если отношение длины малой оси системы к длине большой оси меньше 0,26 (система достаточно плоская), то в ходе диссипации система продолжает уплотняться. Если же это отношение больше 0,26, форма системы вследствие диссипации будет все больше приближаться к сферической. При величине отношения осей, равной 0,26, система в ходе диссипации, уменьшаясь в размерах, сохраняет форму неизменной.

При движении в звездном поле каждая

ли такой процесс непрерывным. Непрерывный случайный процесс описывается уравнением Фоккера — Планка, которое многократно использовалось для изучения поведения звезд в иррегулярном поле. Автор статьи получил выражение для вероятности того, что звезда с определенной скоростью в заданный малый промежуток времени испытает сближение с другой звездой и изменит при этом свою скорость на заданную величину. Это выражение позволяет учитывать и ветесные, и тесные сближения, рассматривать процесс изменения скорости звезды в иррегулярном поле как разрывный случайный процесс, более соответствующий реально происходящему физическому процессу в звездном поле. При этом должно использоваться уравнение Колмогорова — Феллера, описывающее разрывный случайный процесс.

Регулярные и иррегулярные силы являются противоположностью, но в то же время и единство. Математическое выражение этого единства, взаимосвязи было получено в 1957 г. Г. Г. Кузминым.

В последнее время интересный цикл работ, посвященный исследованию возможной роли в звездных системах так называемого кооперативного эффекта, выполнили Л. С. Марочник и М. Н. Максумов. Как установили советские физики, кооперативный эффект, т. е. вырастающий из отдельных случайных воздействий значительный согласованный эффект, действующий на частицы, играет важную роль в плазме. Именно кооперативный эффект делает плазму неустойчивой. Вопрос о значении кооперативного эффекта в звездных системах более сложен вследствие того, что звездные системы — самогравитирующие системы. Общий метод исследования устойчивости звездных систем разработал В. А. Антонов.

Большой вклад советские астрономы внесли в изучение звездных скоплений. Обширный цикл работ, посвященный изучению физических характеристик рассеянных скоплений, выполнила К. А. Бархатова. Работой П. П. Паренаго, Б. В. Кукаркина и Н. Ф. Флоря, выполненной в предвоенные годы, было начато в Советском Союзе исследование шаровых скоплений. П. Н. Холопов разрешил задачу определения пространственной плотности сфероидальных шаровых скоплений по их наблюдаемой поверхностной плотности, а в последние годы после ряда многосторонних исследований, выполнен-

ных совместно с Н. М. Артюхиной, пришел к выводу, что в шаровых скоплениях, а также и в рассеянных скоплениях следует различать две зоны: основное тело и внешнюю область — корону. Этот результат, по-видимому, согласуется с исследованием И. В. Петровской, построившей теоретическую модель сферического скопления, у которого внутренняя область в ходе эволюции достигла стадии III, а внешние еще находятся на стадии II. Внутренние области скоплений как более плотные должны быстрее проходить путь динамической эволюции. Сравнение теории с наблюдениями позволило И. В. Петровской оценить возраст значительного числа отдельных шаровых скоплений. Это важно, так как ранее существовал только метод оценки возраста шаровых скоплений по виду их диаграммы цвет — видимая величина, который удалось применить лишь к двум близким скоплениям. Шаровые скопления особенно интересны для изучения стадий эволюции звездных систем. В них много звезд, и потому случайные отклонения в распределении, а также присутствие в скоплении звезд поля не играют столь большой роли, как в рассеянных скоплениях. В то же время непосредственный подсчет звезд в них возможен, что недостижимо в галактиках. Возможно сравнение теории с наблюдениями. Подробное теоретическое исследование шаровых скоплений, находящихся на II стадии эволюции, выполнено Ю.-И. К. Велтманном.

Автор статьи построил теоретическую модель сферического скопления, достигшего квазистационарного состояния, т. е. последней стадии эволюции. Разработанный при этом метод позволил также получить дифференциальные уравнения, описывающие состояние и эволюцию вращающейся системы, находящейся в квазистационарном состоянии. Теоретическая модель отличается от эмпирической тем, что основывается только на физических свойствах движений. Форма системы, распределения плотности и скоростей в ней не задаются заранее, а должны быть найдены в результате решения уравнений. Кроме того, в теоретической модели достигается полная согласованность движений и плотностей, в то время как в эмпирических моделях распределение остаточных скоростей звезд не согласовано с другими характеристиками системы. Полученную систему уравнений было просто невозможно надеяться решить десяток лет назад. Но сейчас исполь-



Спиральная галактика с перемычкой NGC 2523. Перемычка имеет форму вытянутого эллипсоида

зование электронно-вычислительных машин делает эту задачу разрешимой.

Вращающиеся звездные системы, находящиеся в квазистационарном состоянии, не обязательно должны иметь форму диска. Известно, что вращающиеся равновесные жидкие массы могут принимать и форму диска (эллипсоида Маклорена), и форму вытянутого трехосного эллипсоида (эллипсоида Якоби). На аналогию между звездными системами и вращающимися жидкими массами указал К. Ф. Огородников, обосновавший возможность существования равновесных вытянутых звездных систем — иглообразных галактик. Интересно отметить, что возможность вытянутых равновесных жидких масс, по-видимому, нигде не реализовалась в природе. Планеты и их спутники (материал их ведет себя как жидкость) имеют формы сжатых эллипсоидов. Что касается звездных систем, то некоторые из них определенно являются вытянутыми образованиями. Например, перемычки спиральных галактик, несомненно, — равновесные вытянутые звездные системы. К. Ф. Огородников приводит также примеры галактик, которые, по-видимому, являются вытянутыми образованиями, а не дисками, наблюдаемыми с ребра.

В 1945—1947 гг. В. А. Амбарцумян обнаружил, что звезды горячие гиганты и сверхгиганты не распределены по всей Галактике сколько-нибудь равномерно, а собраны в отдельные обширные гнезда, получившие название звездных ассоциаций. Горячие гиганты и сверхгиганты — очень редкие звезды, даже внутри звездной ассоциации они находятся на больших расстояниях друг от друга. Поэтому звездная ассоциация не обладает существенно повышенной плотностью материи, она не создает гравитационного силового поля, которое могло бы удерживать входящие в ассоциацию звезды. Звезды ассоциации должны расходиться, перемещаться в окружающее

ассоциацию общее поле Галактики. На это требуется 10^6 — 10^8 лет. То, что в настоящее время горячие гиганты и сверхгиганты собраны в звездных ассоциациях, а в окружающем поле их нет, неизбежно приводит к двум заключениям: во-первых, горячие гиганты и сверхгиганты молоды (возраст этих звезд 10^6 — 10^8 лет, по истечении этого срока они, уходя из ассоциации, превращаются в звезды других типов); во-вторых, горячие гиганты и сверхгиганты формируются в области звездной ассоциации.

Еще в 30-е годы В. А. Амбарцумян в известной дискуссии с Д. Джинсом отстаивал так называемую короткую шкалу времени, согласно которой возраст наблюдаемых астрономических тел не превосходит 10^{10} лет, в то время как в соответствии с длинной шкалой этот возраст должен был достигнуть 10^{14} лет. Существование звездных ассоциаций, в исследовании которых приняли участие Б. Е. Маркарян, П. Н. Холопов, Л. М. Мирзоян и многие другие советские и зарубежные астрономы, показало, что некоторые типы звезд имеют возраст даже намного меньший, чем 10^{10} лет, что формирование звезд в Галактике и других звездных системах происходит и в настоящее время.

В. А. Амбарцумян указал и на другой пример образований — тройные звезды, молодость которых удостоверяется звездодинамическими соображениями. Во многих маленьких системах, состоящих всего из трех звезд, длины сторон треугольника, вершинами которого являются звезды, сравнимы между собой. В таких системах не может быть устойчивых эллиптических движений: траектории компонентов сложны, и через некоторое время неизбежен распад — один из компонентов покинет систему. Недавно Ж. П. Аносова провела вычисление при помощи электронно-вычислительной машины траекторий звезд в тройной системе для 200 различных (случайных) начальных условий и установила, что движения в них действительно завершаются распадом. Среднее время распада составляет приблизительно 95 промежутков времени, требуемого, чтобы один из компонентов пересек систему. Если тройная звезда состоит из трех горячих гигантов и стороны треугольника имеют длину около $0,05 \text{ пс}$, то среднее время распада составляет приблизительно два миллиона лет.

Такого рода тройные звезды часто встречаются в звездных ассоциациях. Но распространены они и вне звездных ассоциаций, слагаясь из звезд различных типов. Следовательно, молодые звезды встречаются в различных местах Галактики. Молодыми звездами наряду с горячими гигантами и сверхгигантами могут быть звезды и других типов.

Открытие звездных ассоциаций не только привело к выводу о молодости некоторых типов звезд и продолжающемся звездообразовании в галактиках, но и указало на большую роль нестационарных процессов в звездных системах. Этот вывод в последние годы



Галактика NGC 4656, имеющая вытянутую форму

подтвердился открытиями нестационарностей большого масштаба в ядрах галактик и квазарах.

При формировании звездных систем доминируют быстродействующие взрывные силы, ведущие к нестационарным состояниям. После этого системой управляют гравитационные силы, медленно, но неуклонно направляющие ее по эволюционному пути, в котором степень стационарности системы непрерывно возрастает.



НОВАЯ ДЕЛЬФИНА 1967

Вечером 8 июля 1967 г. английский любитель астрономии Дж. Олкوك открыл Новую звезду в созвездии Дельфина. Она была примерно на 3° севернее α Дельфина и имела блеск $5^{\text{m}},6$.

С 1955 г. Олкок систематически следит за звездным небом в надежде обнаружить комету или новую звезду. Несколько лет назад ему удалось открыть комету, а теперь, после восьмисот часов

поисков, посчастливилось открыть вспышку Новой звезды.

Почти все без исключения яркие новые обнаруживают любители. Последние две яркие новые вспыхнули в созвездии Гер-



Рис. 1. Фотография созвездия Дельфина, полученная С. Шугаровым с помощью фотоаппарата «Зенит-С» 26 июня 1967 г. в 23^ч53^м по московскому времени. Новая Олкока заключена в квадрат. Яркий след на фотографии — искусственный спутник Земли

кулеса (в 1960 и 1963 гг.), и обе были открыты шведскими любителями астрономии. У астрономов-специалистов теперь нет уже времени смотреть на небо... Да и что греха таить, — чтобы открыть новую 5-й величины, необходимо отличное знание звездного неба, а зачем это теперь астрономам, если достаточно набрать несколько цифр на циферблате, чтобы телескоп был направлен на нужный объект. Лишь спустя месяцы или годы на старых пластинках специалисты обнаруживают, что «прозе-

вали» новую звезду. Но зато это уже бывают звезды 12-й, 15-й величин и слабее; их обычно открывают несколько штук в год. Всего же в Галактике вспыхивает в год, по разным оценкам, 30—50 новых звезд.

Вскоре на нескольких обсерваториях установили, что звезда вспыхнула еще до 8 июля. Так, в Зоннеберге Г. Хут нашел звезду на пластинке, полученной 30 июня, она имела блеск 6^м,7, а московский школьник Сергей Шугаров отыскал ее на пленке, снятой им еще 25 июня на про-

стом любительском фотоаппарате, она была примерно 7-й величины (рис. 1). Л. Соломон (США) сообщил, что 10 июня звезда была 11^м,8, а 17 июня — уже 8^м,8 и 24 июня — 6^м,7.

13 и 14 июля спектры Новой были получены в Абастумани и на станции Одесской обсерватории в Маяках; спектры оказались типичными для новых звезд вскоре после максимума. На спектрограммах с высокой дисперсией, полученных вскоре на Маунт Вилсон, видны широкие эмиссионные линии, многие из которых принадлежат дважды ионизованному железу.

Медленное возрастание блеска звезды позволило сразу же заподозрить, что она является медленной новой, и дальнейшее поведение звезды (рис. 2) это подтвердило. Блеск ее медленно возрастал до 7 июля, когда он достиг примерно 5^м,5, и затем почти месяц колебался около этого значения; в конце августа блеск вновь начал возрастать,

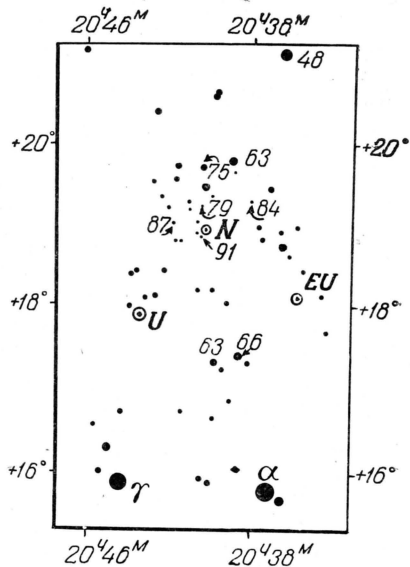


Рис. 3. Карта окрестностей Новой Олкока. Кругами обозначены: Новая Олкока (N), неправильная переменная U Дельфина и полуправильная EU Дельфина; показаны α и γ Дельфина. Цифры у звезд указывают их звездные величины (например, 63 означает 6^м,3). Координаты Новой: α = 20^ч40^м04^с (1950), δ = +18°58',8 (1950), годичная прецессия по прямому восхождению +2°,72, по склонению +0',212

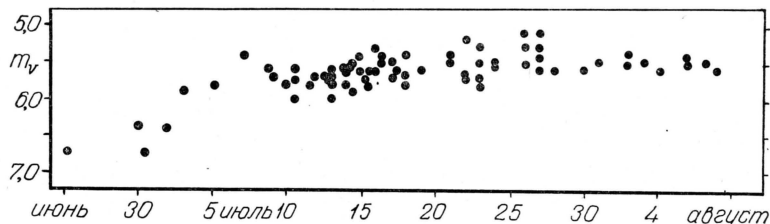


Рис. 2. Кривая блеска Новой Олкока

29 августа достиг $4^m,9$ и до начала октября колебался у 5^m величины.

На старых пластинках на месте Новой видна звезда 12^m величины, слегка переменная. Просмотр коллекции Гарвардской обсерватории не показал других вспышек звезды между 1890 и 1952 гг., а между тем, если звезда 12^m действительно является Новой до вспышки, вполне можно думать, что это повторная Новая, так как амплитуда

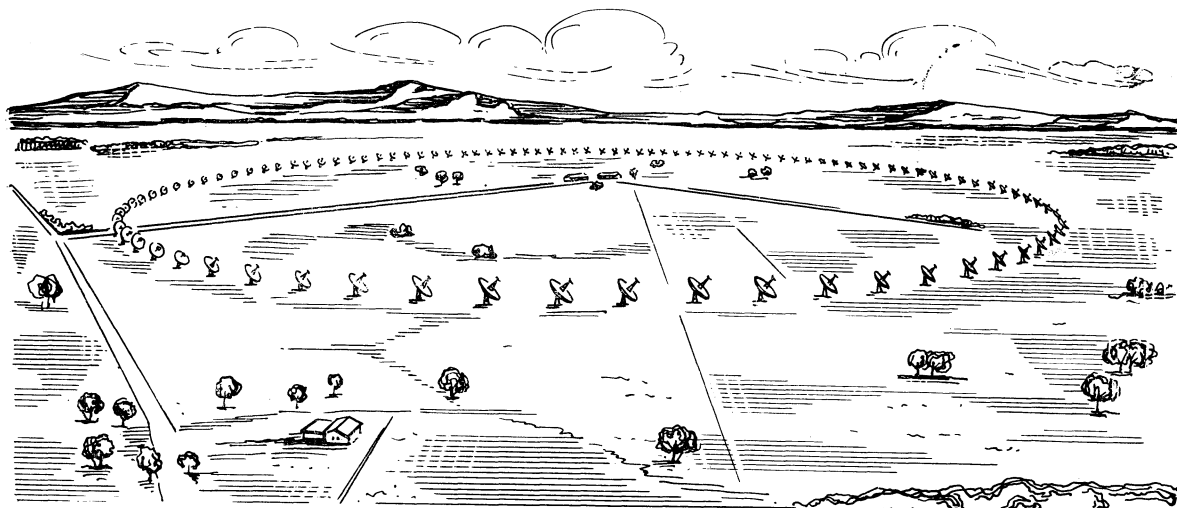
блеска в семь величин маловата даже и для медленной новой. Правильность отождествления можно будет проверить, когда звезда ослабеет.

Многие медленные новые после постепенного ослабления блеска в течение нескольких месяцев быстро уменьшали блеск на несколько величин, а затем вновь возвращались почти к максимальному блеску. Не исключено, что таким же будет поведение и Новой Дельфина 1967 г., во

всяком случае, звезда Олкока еще долго будет доступна биноклю и небольшому телескопу. Наблюдения этой интересной звезды следует всячески рекомендовать любителям. Карта ее окрестностей приведена на рис. 3. Самым же терпеливым можно посоветовать последовать примеру Олкока; оптимизм и знание звездного неба рано или поздно обязательно приведут к успеху!

Ю. Н. ЕФРЕМОВ

КРУПНЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ РАДИОТЕЛЕСКОП



В 500 км от Сиднея в Калгуре построен крупный солнечный телескоп. Его радиогелиограф представляет собой систему из 96 антенн, расположенных по окружности диаметром более 3 км. Антенны параболического типа, каждая в поперечнике около 15 м, работают на частоте 80 Мгц и снабжены устройством, позволяющим автоматически следить за Солнцем в течение 4 часов в сутки.

Другим новым прибором этой системы является кинематограф—12-дюймовый телескоп с полным термическим контролем, установленный над землей на высоте примерно 20 м. Он предназначен для наблюдения магнитных полей на Солнце.

Вблизи центра всей системы сооружен 12-дюймовый оптический телескоп, дающий телевизионное изображение поверхности Солнца каждые 15 секунд.

Разрешение телескопа позволит при фотографировании тонкой структуры вспышек различать детали с диаметром до 400 км.

Конструктор прибора—доктор Пол Уайлд, руководитель группы по изучению Солнца Отдела радиифизики при Австралийском управлении научных и промышленных исследований (CSIRO).

«Science News», 91, 9, 1967.

Астрономическая ориентировка на Луне

В. В. ШЕВЧЕНКО

Самыми надежными ориентирами для лунных путешественников будут Солнце, звезды, планеты и Земля там, откуда она видна с Луны.

Первая мягкая посадка на лунную поверхность советской автоматической станции «Луна-9» ознаменовала новый этап в исследованиях Луны. Начались прямые эксперименты на ее поверхности. Не удивительно поэтому, что вопросы ориентирования и определения местоположения на лунной поверхности приобрели практический интерес.

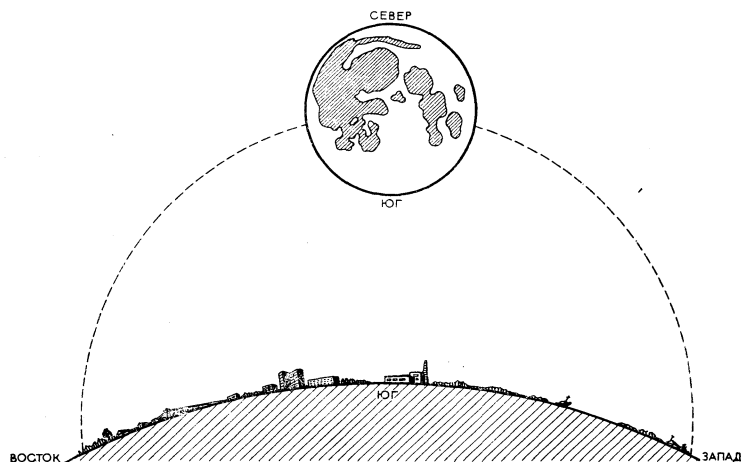
В этой статье мы расскажем лишь об астрономических методах ориентировки на Луне, которые уже успешно используются при работе автоматических станций на ее поверхности. В будущем, по-видимому, эти методы найдут широкое применение наряду с методами космической и планетной навигации.

НА ВОСТОКЕ ЛИ МОРЕ ВОСТОЧНОЕ?

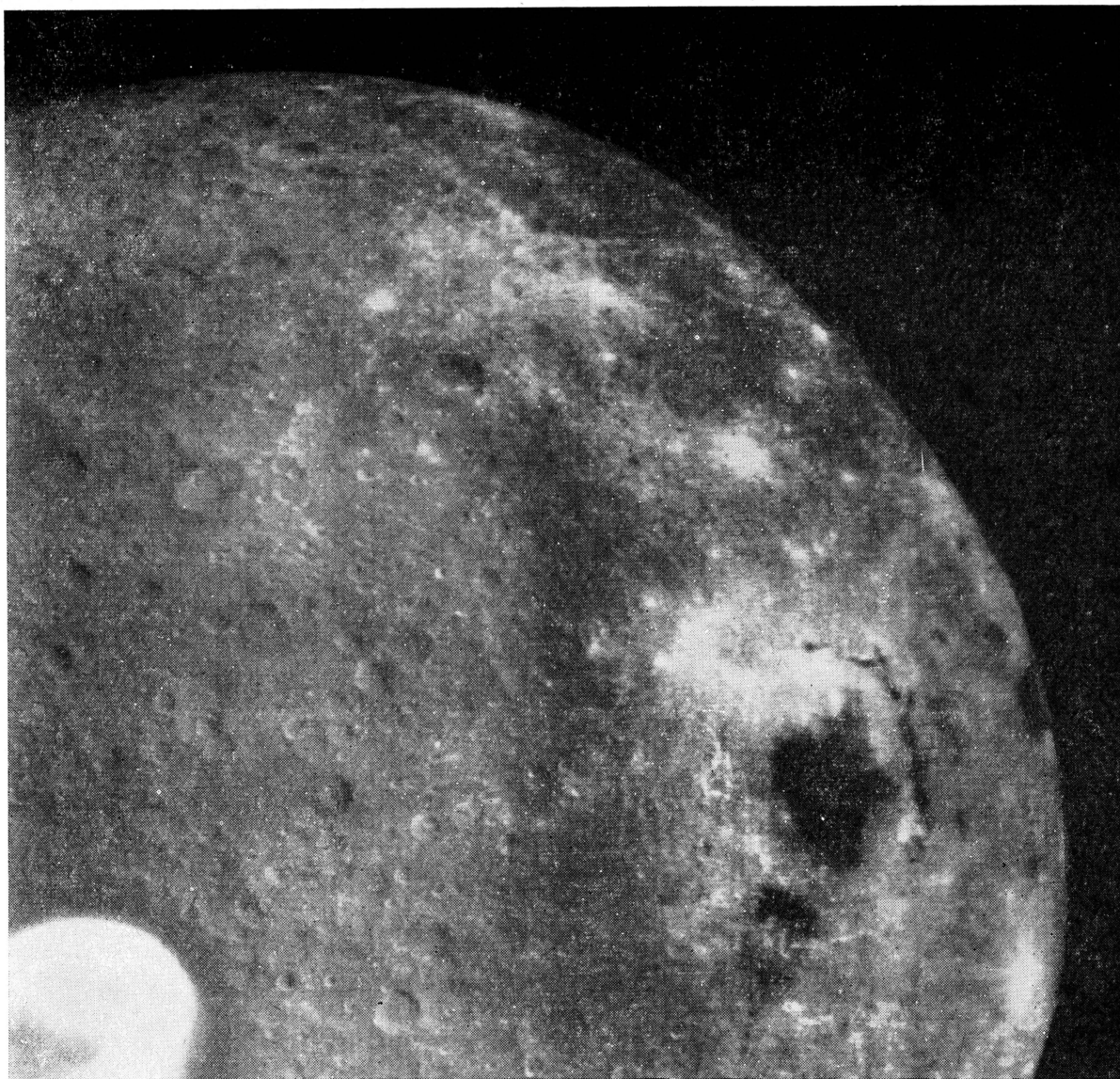
Этот вопрос оказывается не лишним, поскольку установление лунной системы направлений на страны света

имеет свою историю. Многозначительно само название обширной впадины на границе видимого полушария нашего спутника, небольшая часть которой, доступная наблюдениям с Земли, была впервые описана в 40-х годах нашего века известными английскими исследователями Луны Г. Уилкинсоном и П. Муром. Море Восточ-

ное на Луне появилось лишь потому, что на протяжении более 300 лет лунные карты отображали не весь лунный шар, а только половину его, неизменно обращенную к Земле. В результате, определенную часть лимба видимого диска можно было считать западной, а противоположную — восточной. Причем, восточным на-



Выбор положения стран света для лунного диска, наблюдаемого в средних широтах северного полушария Земли



Один из снимков обратной стороны Луны, полученный советской межпланетной станцией «Зонд-3». Относительно точки фотографирования, расположенной над центром обратной стороны Луны, Море Восточное (большое темное пятно справа) находится в восточной части видимого диска. Южнее его (на снимке — ниже) — Море Мирное

зывался край, ближайший к точке восхода Луны, т. е. к востоку для земного наблюдателя. Соответственно, западным считался край, обращенный в сторону точки захода, т. е. к западу.

Когда начались исследова-

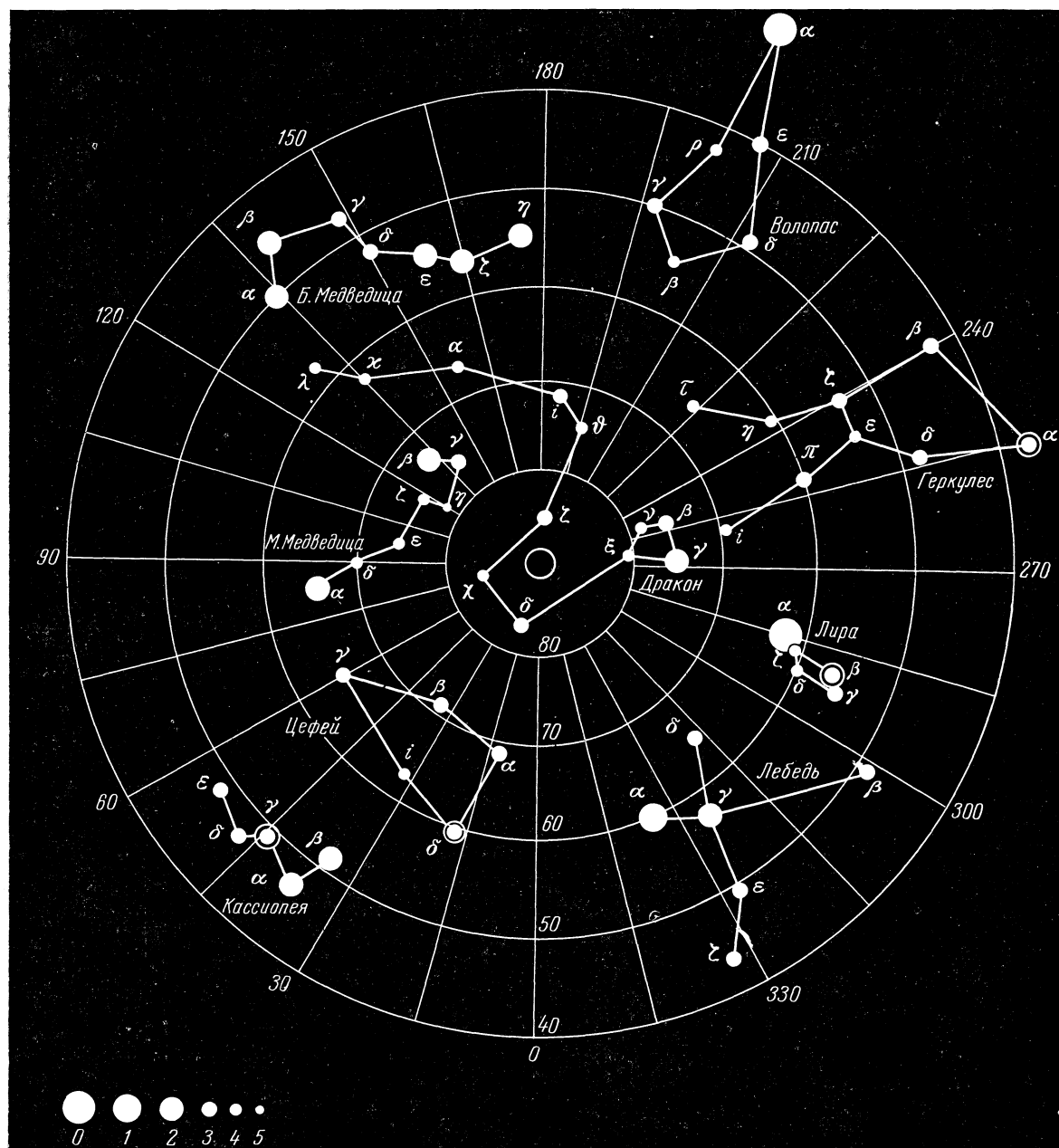
ния Луны космическими аппаратами, такая ориентация стран света не только потеряла смысл, но и внесла известную путаницу. В самом деле, наблюдатель на земной поверхности привычно располагает страны света — север,

восток, юг, запад — по ходу часовой стрелки. При «лунной» же ориентации наблюдатель на Луне должен поместить страны света в том же порядке против хода часовой стрелки, и тогда целый ряд небесных явлений утра-

тит знакомую направленность. Так, движение небесного свода происходило бы с запада через юг на восток. Следовательно, восход светил

пришлось бы ожидать на западе, а заход — на востоке. Поэтому Международный астрономический союз в 1961 г. принял решение

об «астронавтической» ориентации стран света на Луне, которая соответствует точке зрения наблюдателя, находящегося на лунной по-



Звездная карта северной близполюсной зоны лунного неба, выполненная в эклиптической системе координат. Кружок в центре — путь лунного полюса среди звезд

верхности. Таким образом, на современных картах видимого полушария Луны Море Восточное расположено у западного края диска.

Сейчас, когда завершен глобальный обзор лунного шара, понятия север — юг, запад — восток и для Луны уже не носят какой-либо «территориальный» характер, как это было ранее, а обозначают систему направлений, относимую к любой точке лунной поверхности.

«ПОЛЯРНАЯ» ДАЛЕКО ОТ ПОЛЮСА

Как же найти направления на страны света, находясь на Луне? В настоящее время предполагается, что Луна вообще не обладает собственным магнитным полем дипольной природы. Поэтому небесные светила окажутся самыми надежными ориентирами. Но как ими пользоваться? Прежде всего следует отыскать на небесной сфере среди звезд положение лунного полюса (северного, если наблюдатель находится в северном полушарии, и южного, если — в южном). А поскольку на Луне нет атмосферы, создающей светлый фон дневного неба, то даже лунный день не будет помехой для таких наблюдений.

К сожалению, положения лунных небесных полюсов как северного, так и южного не отмечены достаточно яркими звездами. Альфа Малой Медведицы — наша Полярная звезда — отдалена от северного лунного полюса более чем на 20° . Иная ориентация в пространстве оси вращения Луны — экваториальная плоскость ее наклонена к плоскости эклиптики

всего лишь на $1^\circ 32'$ (у Земли — на $23^\circ 27'$) — приводит к тому, что северный небесный полюс располагается в созвездии Дракона (вблизи полюса эклиптики), а южный — в созвездии Золотой Рыбы. В южном полушарии наблюдатель грубо сможет ориентироваться по яркой звезде Канопус (α Киль), удаленной от точки полюса примерно на 10° .

Более точные положения полюсов среди звезд помогут найти лунные звездные карты. Однако при их построении возникают серьезные трудности из-за прецессионного движения лунной оси. Период этого движения — 18,6 лет. Напомним, что для Земли аналогичная величина составляет 26 000 лет. Поэтому если земные звездные карты, в зависимости от их графической точности, устаревают в течение нескольких лет или даже нескольких десятков лет, то срок пользования звездной картой лунного неба не превышает одних лунных суток, так как лунное прямое восхождение звезд может изменяться за это время на величину около $1^\circ,5$.

По-видимому, придется строить лунные звездные карты в земной эклиптической системе координат, используя близость лунного полюса к полюсу эклиптики.

ОРИЕНТИРУЕТСЯ «ЛУНА-9» *

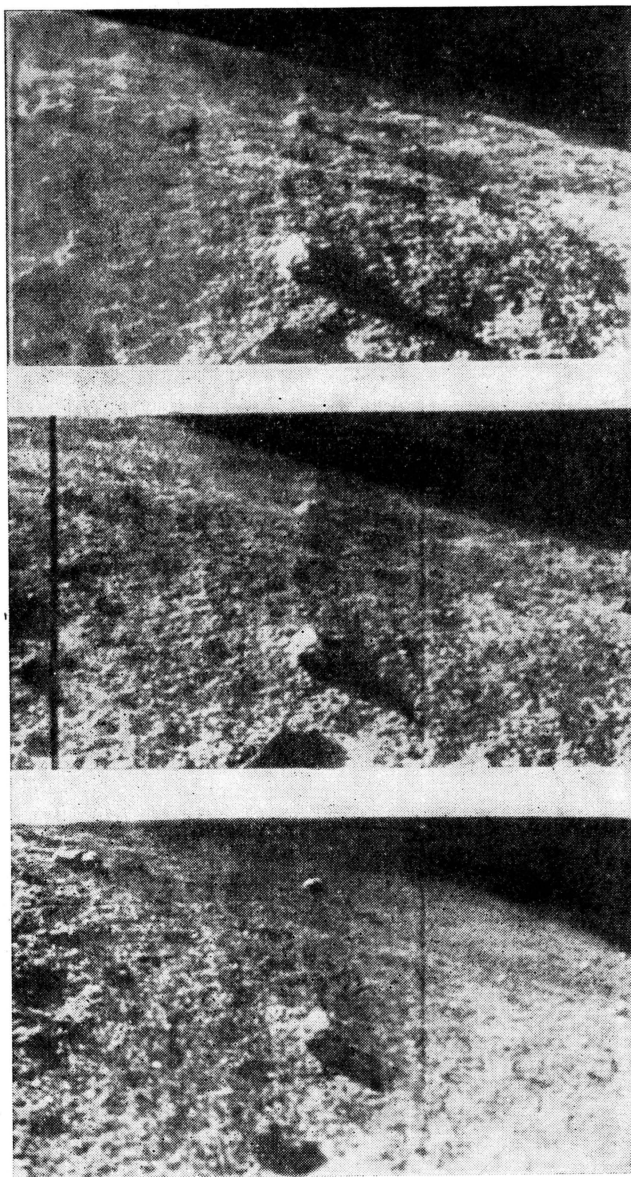
Первая научная автоматическая станция, работавшая непосредственно на лунной поверхности, была доставле-

на туда 3 февраля 1966 г. в 21 час 45 минут по московскому времени. 4 февраля в 4 часа 50 минут «Луна-9» начала передачу первой панорамы окружающей местности.

В это время на западной окраине Океана Бурь ($64^\circ,5$ западной долготы и 7° северной широты), куда опустилась «Луна-9», — теперь это место называется Заливом Прилунения — наступил двухнедельный лунный день. Солнце только взошло над горизонтом, и при передаче первой панорамы его высота составляла $7^\circ 30'$. Как оказалось, вначале вертикальная ось станции была наклонена на $16^\circ 30'$ примерно в том направлении, где находилось дневное светило. Таким образом, изображение солнечного диска на панораме не получилось, но четкие тени от многочисленных обломков и камней, выступающих над лунной поверхностью, послужили своеобразным указателем места Солнца на небесной сфере.

Между сеансами передачи второй и третьей панорам положение станции стало другим. Угол наклона вертикальной оси увеличился до $22^\circ 40'$, а направление наклона немного изменилось. Телевизионная камера «Луны-9» сместилась относительно первоначального положения на 9 см. Такое расстояние между центрами панорамирования обеспечило в пределах нескольких метров от станции условия для уверенного объемного видения окружающего рельефа при совместном рассматривании относящихся к одному и тому же участку местности фрагментов обеих панорам. (Заметим, что объемное —

* Использовались материалы книги «Первые панорамы лунной поверхности». «Наука», М., 1966 г.



Фрагменты первой (вверху), второй (в середине) и третьей (внизу) панорам, переданных станцией «Луна-9». Высота Солнца соответственно равнялась: 7, 14, 27°

стереоскопическое — видение у человека создается глазным базисом, в среднем достигающим 6 см.)

Используя стереоэффект, на панорамах удалось определить направление и длину

тени, а также высоту объекта, отбрасывающего тень. При этом добивались отождествления контура предмета с соответствующим контуром тени. Поскольку на разных панорамах высота Солнца,

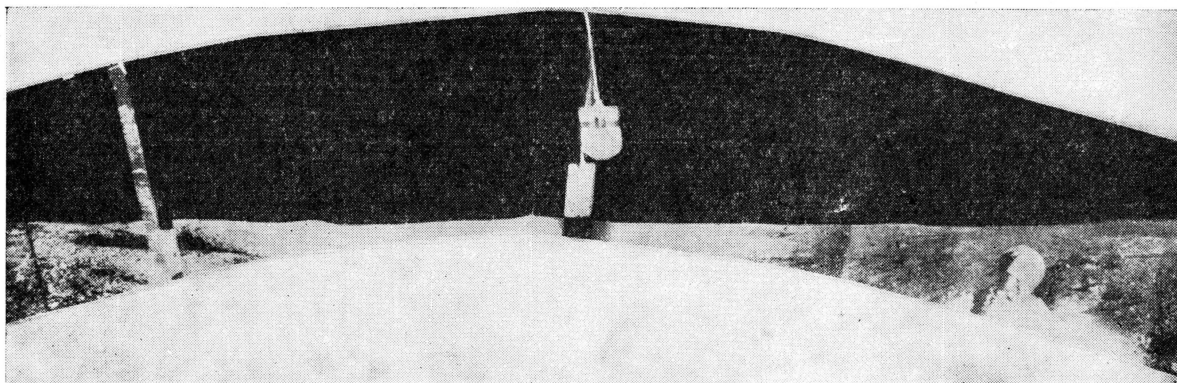
а следовательно, и длина теней различны, подробности самого объекта и поверхности, на которую падает тень, выявляются более детально. Поэтому указанные определения достаточно надежны. Были вычислены так называемые панорамические (измеренные на панораме) долгота и широта Солнца. За след горизонтальной плоскости принимался видимый горизонт после исключения явных выступов и провалов. На эту плоскость и редуцировались панорамические координаты. (Возможно, горизонт на панорамах — не естественная граница видимости, обусловленная сферичностью Луны, а бровка кратера, по размерам существенно большего, чем кратер, где совершила посадку станция.)

По известным координатам места посадки и времени получения панорам можно вычислить высоту Солнца над горизонтом и его селенографический азимут. Сравнение вычисленной и измеренной высот Солнца показывает, насколько принятая горизонтальная плоскость совпадает с истинной. Сравнивая же панорамическую долготу Солнца и расчетную величину азимута, определяют направление север — юг, что позволяет ориентировать окружающий ландшафт по странам света*.

ПО КАРТЕ И ЗВЕЗДАМ

Летом 1966 г. на Луне в районе кратера Флемстид совершила посадку еще одна

* Таким образом была выполнена азимутальная ориентировка топографической схемы участка посадки автоматической станции «Луна-9» (см. 3-ю страницу обложки «Земля и Вселенная», № 6, 1966 г.).



Первая панорама лунной поверхности, полученная «Луной-9», при условии, что наклон вертикальной оси станции 0° . Видна ровная линия горизонта

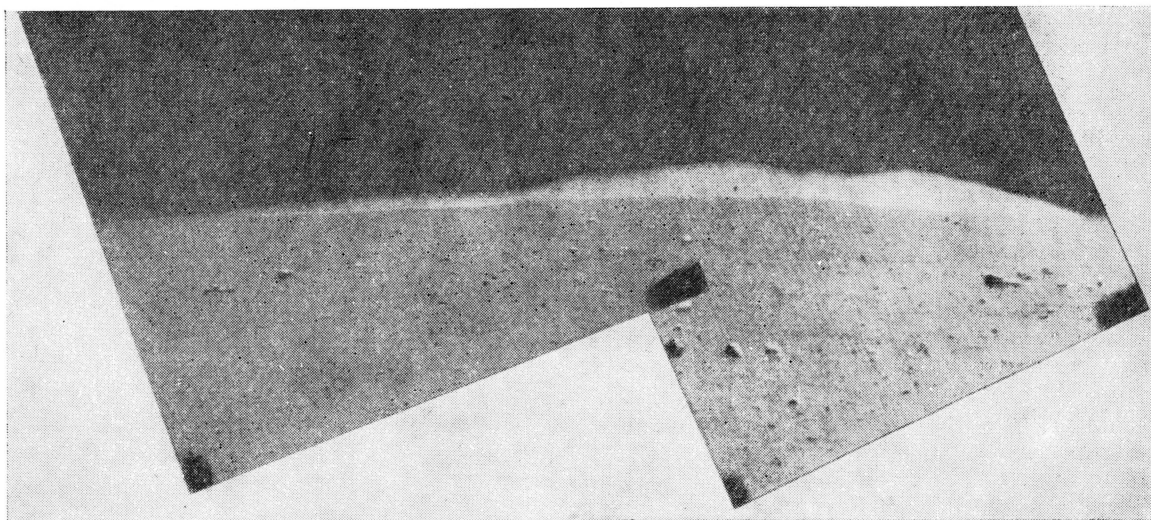
автоматическая станция — «Сервейор-1».

Местность, окружавшая аппарат, оказалась чрезвычайно ровной. Измерения показали, что в интервале 250° по азимуту все возвышающиеся над горизонтом объекты не превосходят угловой величины $0^\circ,7$. Это составляет примерно 100 м на расстоянии около 1,5 км (дальность

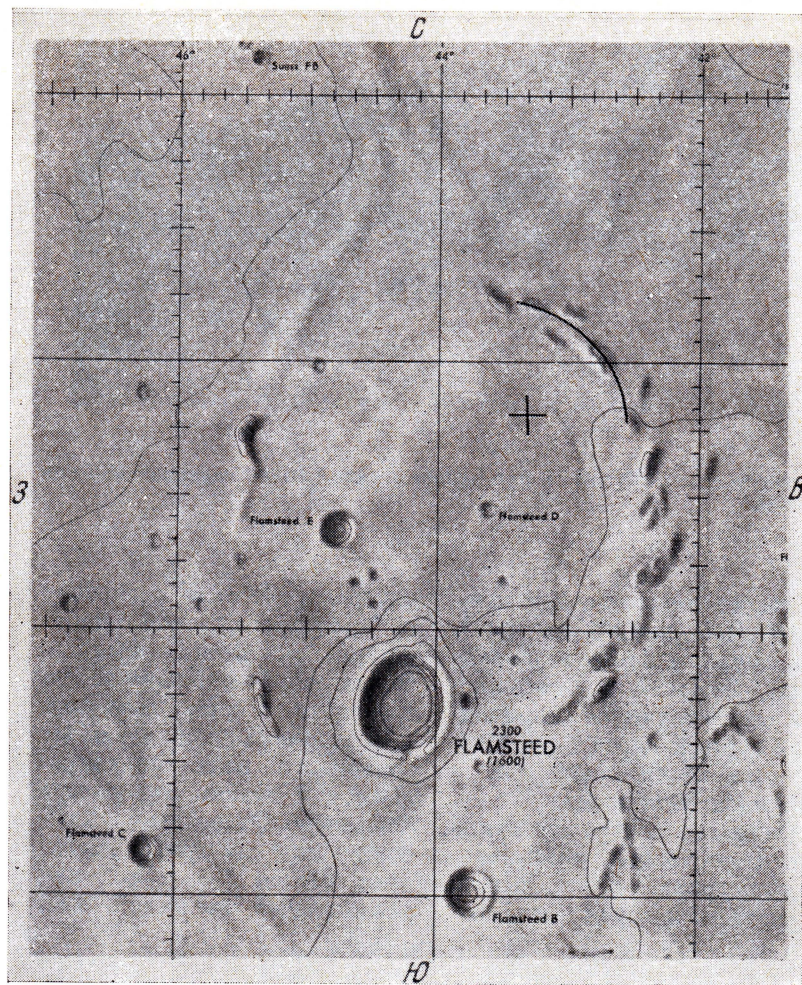
видимого горизонта для телевизионной камеры станции). Очевидно, подобные детали даже большой протяженности отсутствуют на современных лунных картах, поскольку они плохо различимы в наземные телескопы.

Однако в северо-восточной части горизонта просматривалась гряда холмов, высота и размеры которой более зна-

чительны. Это и позволило по топографической карте установить место посадки. Оказалось, что видимые на горизонте холмы относятся к северо-восточной части затопленного вала, протянувшегося к северу от кратера Флемстид. Отдельные возвышенности этой гряды достигают высоты 150—300 м над окружающей равниной. Вы-



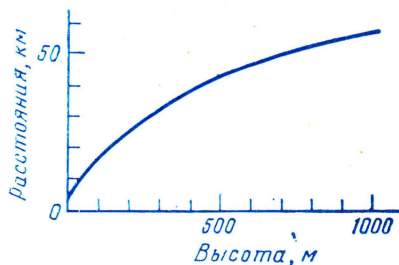
Гряда «холмов» на одном из снимков, переданных «Сервейором-1»



Часть топографической карты района кратера Флемстид. Крестиком указано место посадки «Сервейора-1». Дуга к северо-востоку ограничивает расстояние видимости над горизонтом холмов высотой 150–300 м

считав расстояние, с которого объект определенной высоты становится видимым над горизонтом, можно довольно точно отождествить попавшие в поле зрения детали. В данном случае координаты места посадки ($43^{\circ},4$ западной долготы и $2^{\circ},4$ южной широты) определили по карте с точностью 3–5 км.

5 июня, после нескольких попыток, телевизионная камера «Сервейора-1» получи-



Зависимость расстояний видимости над лунным горизонтом от различной высоты образований. Предполагаемая высота точки обзора 1 м

ла изображение самой яркой звезды нашего неба — Сириуса ($-1^m,58$), которая за двое с половиной земных суток до этого вошла в юго-восточной части неба и имела уже значительную высоту над горизонтом. Затем сфотографировали и другую яркую звезду — Канопус ($-0^m,86$). В районе прилунения «Сервейора-1» Канопус восходит в южной части неба и не поднимается над горизонтом выше 15° . Сириус кульминирует на высоте около 50° .

По этим снимкам определили положения звезд относительно видимого горизонта. Сравнение же полученных данных с предвычисленными значениями координат звезд позволило установить ориентацию вертикальной оси аппарата в пространстве и найти селенографические координаты места посадки.

Вычисления показали, что вертикальная ось «Сервейора-1» наклонена на $1^{\circ},7$ в юго-восточном направлении. А так как местность вокруг аппарата ровная и все три его посадочные ноги погрузились в грунт на одинаковую глубину, был сделан вывод, что такой уклон относительно горизонтальной плоскости имеет сама лунная поверхность в районе посадки.

НАД ГОЛОВОЙ — РОДНАЯ ПЛАНЕТА

Земля после Солнца — наиболее яркий ориентир на лунном небе. Различные детали земного диска отражают падающий свет по-разному. Наиболее темной является водная поверхность. За исключением солнечных бликов, моря и океаны отражают почти так же, как и лун-



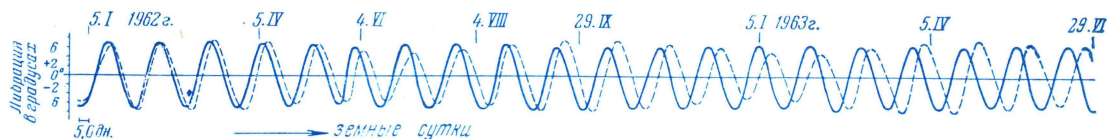
Так выглядит Земля с Луны. Снимок получен с окололунной орбиты 23 августа 1966 г. космическим аппаратом «Лунар орбитер-1»

ная поверхность — 5—7%. Земные материки отражают до 20—30% падающего света. Наиболее заметными оказываются облачные массивы. Их отражательная способность в некоторых случаях достигает 80%! Как показывают метеорологические наблюдения, средняя годовая

облачность для всей Земли составляет 54%. При этом на суше облака закрывают до 48% территории, а на море — 58%. По-разному распределяется облачность в северном и южном полушариях: процент облачности для северного полушария несколько ниже, чем для юж-

ного. Именно облачность благодаря высокой отражательной способности обеспечивает значительную яркость Земли как небесного объекта.

В первом приближении наша планета для наблюдателя на Луне как бы «висит» над точкой пересечения лунного экватора с меридианом,



Колебательные движения центра диска Земли, видимые с Луны. Если в начале 1962 г. сдвиг фаз между либрациями по широте (сплошная линия) и долготе (пунктирная линия) был 0° , то в конце 1964 г. он достиг полупериода

долгота которого 0° . По тому, в какой части неба находится Земля, можно судить, какое лунное полушарие — западное или восточное — является местом наблюдений. Высота Земли над горизонтом уменьшается с приближением наблюдателя к границе видимого полушария. На местоположение наблюдателя указывает также и ориентация линии рогов относительно горизонта. Как известно, Земля при наблюдении с Луны находится в фазе, обрат-

ной той, которую имеет Луна, видимая с Земли. Для лунного экватора линия рогов Земли расположится почти параллельно линии горизонта. С удалением от экватора угол между горизонтом и линией рогов возрастает.

В заключение несколько слов о движении Земли для лунного наблюдателя. На небесной сфере Луны Земля прочерчивает среди звезд большой круг, плоскость которого наклонена на плоскости эклиптики на $5^\circ 08'$. Сле-

довательно, Земля проходит через все зодиакальные созвездия.

Перемещение Земли относительно горизонта, так называемое «либрационное движение», имеет довольно сложный характер. Оставаясь по отношению к горизонту для определенного места наблюдений постоянно в одной и той же области небосвода, Земля вследствие либраций Луны по широте и долготе совершает колебательные движения. Как из-



СУЩЕСТВУЕТ ЛИ ВОКРУГ ЗЕМЛИ ПЫЛЕВОЕ ОБЛАКО?

В последние годы с помощью ракет, спутников и космических аппаратов было получено много данных по соударениям с микрометеоритами в космическом пространстве на разных геоцентрических расстояниях. Анализируя эти данные, многие исследователи делали вывод о существовании вокруг Земли так называемого пылевого облака. В 1966 г. появились работы, в которых достоверность таких утверждений подвергалась сомнению.

Наиболее существенная часть экспериментальных данных, приведенных к представлениям о концентрации межпланетной пыли в окрестностях Земли, была полу-

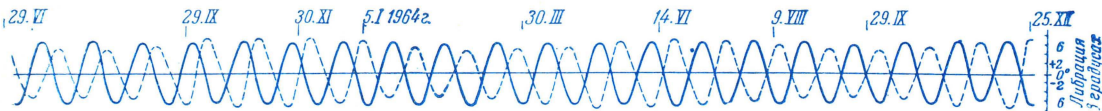
чена с помощью пьезоэлектрических датчиков соударений. Недостатком датчиков является то, что при изменении температуры в них генерируются внутренние шумы. В условиях, близких к реальному, уровень шумов настолько высок, что эти данные не могут считаться удовлетворительными.

Следует отметить, что сомнения в реальности концентрации пылевых частиц вблизи Земли высказывались и в теоретическом плане, потому что ни один из возможных механизмов образования пылевого облака Земли путем захвата частиц межпланетной пыли не является сколько-

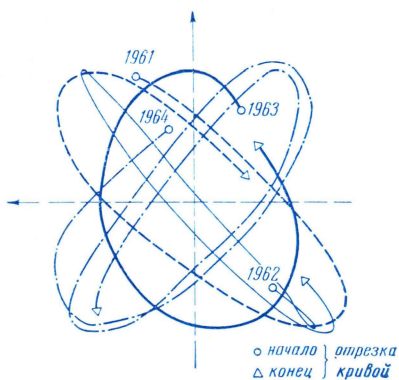
нибудь эффективным. Кроме того, имелись, правда, не очень многочисленные данные по измерению частоты пробоев тонких оболочек газонаполненных ячеек, проволочных сеток и тонких конденсаторов, полученные на американских спутниках, согласно которым концентрация частиц оказалась на несколько порядков ниже той, что давали датчики соударений.

На советском искусственном спутнике Земли «Космос-135», введенном на орбиту 12 декабря 1966 г., были вновь выполнены измерения частоты соударений с микрометеоритами. Академик

Б. П. Константинов и его сотрудники провели измерения на высоте 260—650 км. Для регистрации ударов также использовались пьезоэлектрические датчи-



вестно, либрация по широте вызывается наклоном лунной орбиты. Период ее равен драконическому месяцу (27 суток 05 часов) — промежутку



времени между двумя последовательными прохождениями Луны через восходящий узел орбиты. Период же либрации по долготе, возникающей как следствие неравномерного движения Луны по орбите, соответствует анома-

Кривая «либрационного движения» (1961—1964 гг.). Для упрощения вместо непрерывной кривой показаны ее отрезки на начала соответствующих годов. При сравнении с верхним рисунком видно, что определенному сдвигу фаз соответствует определенная фигура кривой «либрационного движения»: прямая, эллипс, окружность и т. д.

листическому месяцу (27 суток 13 часов) — промежутку времени между двумя последовательными прохождениями Луны через перигей. Различие периодов обоих колебательных движений, происходящих во взаимно-перпендикулярных направлениях, приводит к тому, что сдвиг фаз непрерывно изменяется и либрационное колебание Луны (а следовательно, и Земли для наблюдателя на Луне) совершается по кривой, представляющей собой плавное переходящее друг в друга фигуры Лисажу. Полный период либрационного движения — почти 6 лет.

ки, но для снижения уровня помех и повышения помехоустойчивости аппаратуры были приняты специальные меры. На спутнике было установлено два одинаковых прибора, каждый из которых снабжался двумя датчиками. Датчики первого прибора были расположены на специальной выносной панели, акустически изолированной от корпуса спутника, а датчики второго — размещались непосредственно на корпусе. Исправность каждого прибора во время его работы в полете проверялась посредством строго периодического нанесения калибровочного удара по чувствительной поверхности. Аппаратура позволяла регистрировать удары частиц с массами до $2 \cdot 10^{-9}$ г при относительной скорости 30 км/сек.

На основании прежних представлений можно было ожидать, что каждый прибор будет регистрировать в среднем свыше 100 ударов в сутки. Результаты эксперимента не подтвердили этого. За первые 140 часов работы датчики, размещенные на панели, не зарегистрировали ни одного удара. За следующие 120 часов было отмечено 35 регистраций, но 34 из них оказались строго периодическими во времени, причем эта периодичность связана с периодом обращения спутника вокруг Земли. Моменты «ударов» совпадают с предполагаемыми моментами изменения температурного режима на тех или иных участках панели. Таким образом, лишь один сигнал за 260 часов работы (вместо 1000 ожидаемых) можно рассмат-

ривать как результат соударений. Датчики второго прибора за 150 часов работы зафиксировали 205 вибраций, но, как показал тщательный анализ, и они представляют собой регистрацию шумов термического происхождения. Выделить из них очень редкие удары, соответствующие соударениям, не представляется возможным.

Полученные данные находятся в согласии с данными измерения частоты пробоев на американских спутниках. Они убедительно свидетельствуют о том, что в окрестностях Земли отсутствует сколько-нибудь заметная концентрация частиц с размерами, превышающими несколько десятков микрон.

«Доклады Академии наук», 174, 3, 1967.

Ледниковые периоды и рельеф суши

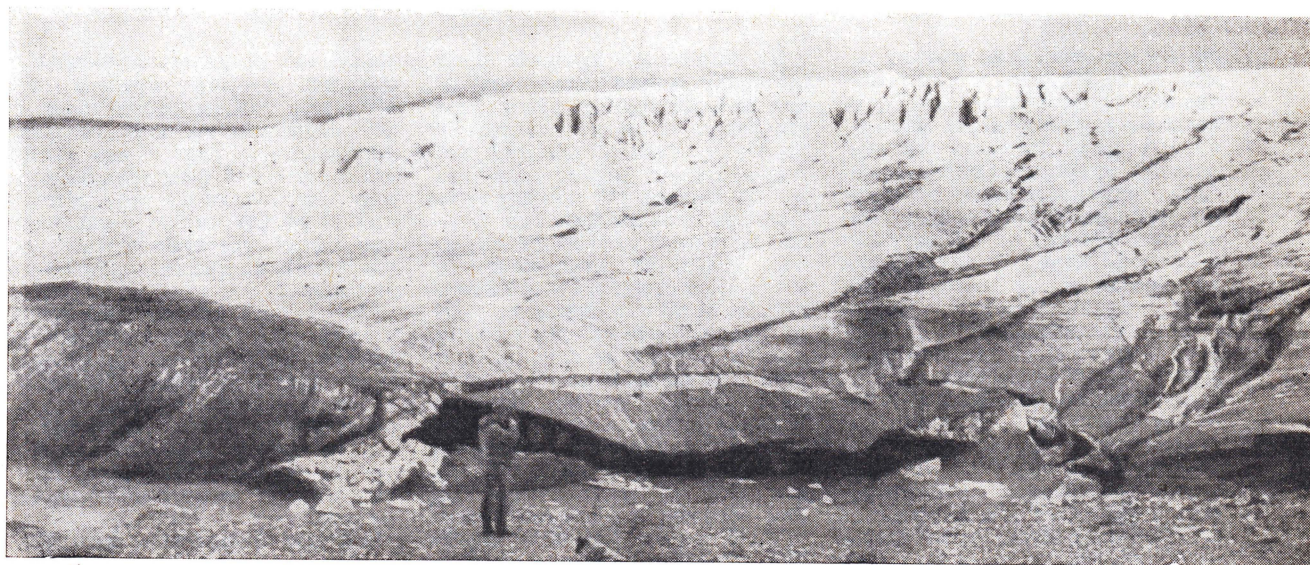
С. П. ГОРШКОВ,
кандидат геолого-минералогических наук

В ледниковые периоды резко изменяется рельеф суши. Как и почему это происходит?

Одной из характернейших особенностей геологического развития Земли является чередование эпох горообразования и выравнивания. Это связано с тем, что проявление **внутренних (тектонических)** сил Земли осуществляется циклически. В этапы, называемые **геократическими (землепреобладающими)**, эти внутренние силы значительно активизируются, вследствие чего возрастает контрастность рельефа земного шара, по-видимому, увеличивается емкость океанических впадин, уменьшаются размеры поверхности Мирового океана и наращивается площадь суши, на которой возникают обширные и высоко поднятые горные страны.

Однако постепенно благодаря изменению интенсивности и, возможно, направления движений высоко поднятые горы разрушаются и материки приобретают однообразный сглаженный облик. Одновременно, по-видимому, уменьшается емкость океанических впадин, а площадь морей на земном шаре увеличивается за счет частичного затопления территории суши. Наступает **талассократический (морепреобладающий)** этап развития Земли.

Ледниковые периоды связаны с кульминационными моментами геократических этапов, так как в это время в условиях максимальной контрастности рельефа земли и наи-



более резкого подразделения суши на **климатические зоны** обстановка для развития **оледенения** является самой благоприятной.

Ледниковые периоды — нечастое явление в геологической истории. Они повторялись через 180—200 млн. лет. Последний из них (**четвертичный**), пятый из установленных геологами, начался несколько сотен тысяч лет назад и, по-видимому, еще не закончился. Поэтому современную эпоху многие исследователи считают лишь очередным **межледниковьем**.

РАБОТА ЛЕДНИКОВ

Ледники изменяли облик нашей планеты. Так как основным поставщиком аккумуляровавшейся в них влаги был Мировой океан, по мере их роста происходило снижение его уровня и постепенное перемещение береговой линии.

Около 200 тыс. лет назад, в эпоху максимального оледенения четвертичного периода, снижение уровня океана могло достигать —160 м. Таяние современных ледников вызвало бы затопление суши до отметки +64 м.

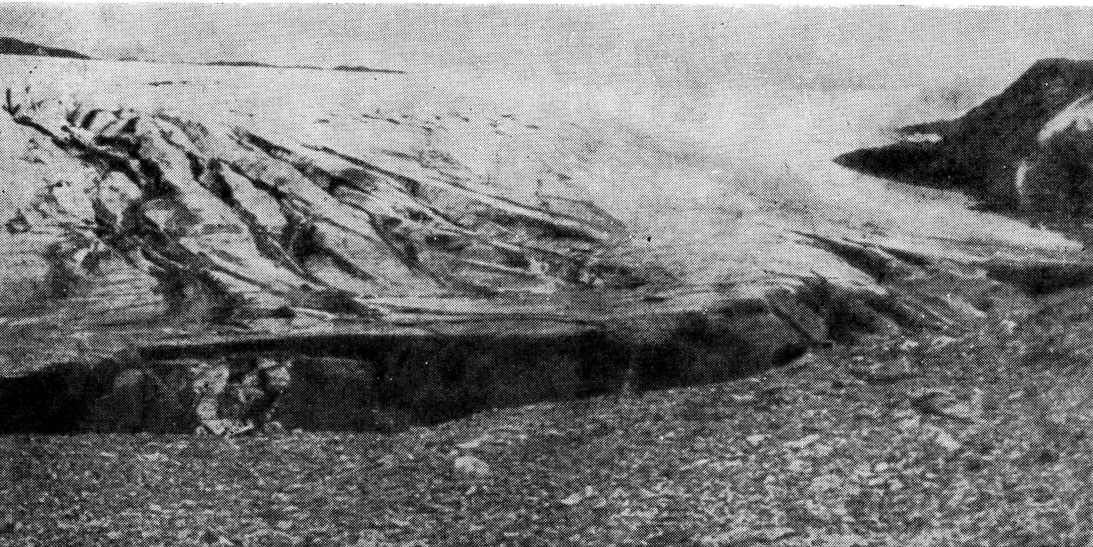
Рис. 1. Участок материкового ледника Новой Земли, спускающийся в залив Откупщикова Баренцева моря. На переднем плане сглаженный ледником скальный массив, покрытый мореной

Фото Л. Я. Бажевой

Наиболее поразителен геологический эффект деятельности ледников. Многие ученые полагают, что ледники могут вызвать **вертикальные перемещения** отдельных участков земной коры. Еще в XVIII веке было замечено, что берега Фенноскандии поднимаются со скоростью около 1 см в год. В дальнейшем было выяснено, что этот полуостров в **последледниковое время** испытал интенсивное **поднятия**. По мнению ряда исследователей, причина этого явления состоит в том, что во время последней **ледниковой эпохи** Фенноскандия прогибалась под действием ледниковой нагрузки, а затем стремилась восстановить прежнее положение.

Сторонники существования **гляциоизостатических (ледниковоравновесных)** движений **земной коры** утверждают, что в настоящее время под тяжестью ледникового щита опущена каменная Антарктида. В случае, если ледник полностью растает, высота скальной поверхности шестого континента, по их подсчетам, должна увеличиться приблизительно на 600 м. Если гляциоизостатические построения верны, то исходя из приведенных примеров можно считать, что в течение последних 200—250 тыс. лет, для которых неоспоримо доказано чередование нескольких **ледниковых и межледниковых** эпох, в центрах наиболее крупных оледенений земная кора должна была испытывать значительные вертикальные перемещения.

Поскольку четвертичные ледники осуществляли свою работу сравнительно недавно,



созданные ими отложения и формы рельефа сохранились достаточно хорошо и полно до настоящего времени.

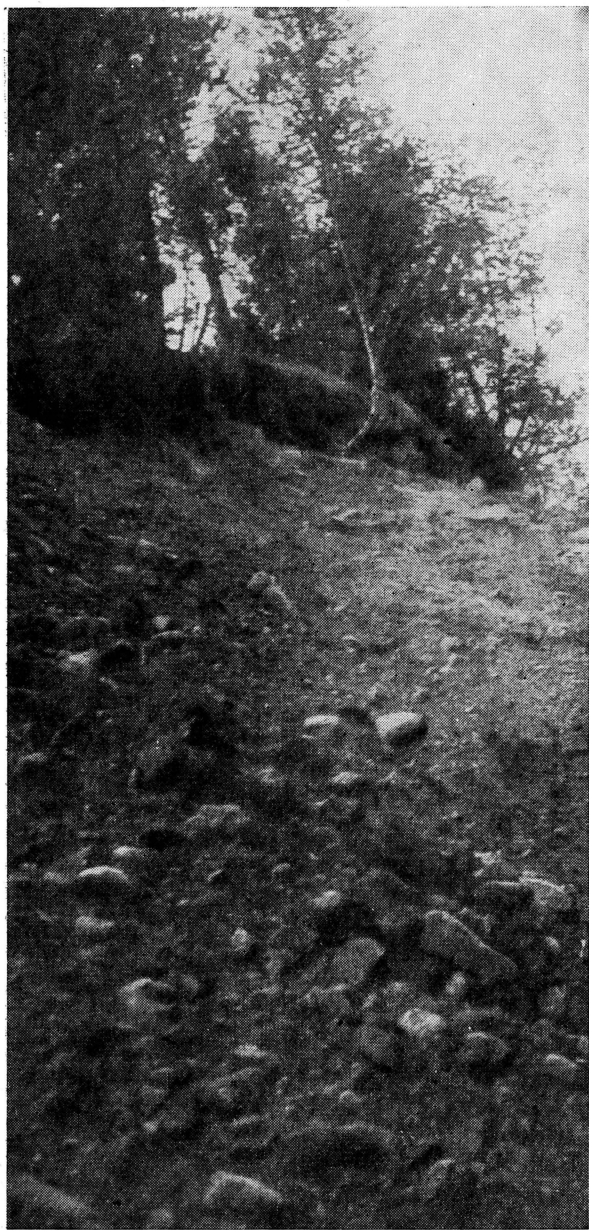


Рис. 2. Валунно-суглинистая морена максимального оледенения Средне-Сибирского плоскогорья в обнажении на левом берегу р. Енисея у устья р. Подкаменной Тунгуски

Фото автора

В центрах **материковых оледенений**, которые располагались преимущественно в северном полушарии (Лаврентийское плоскогорье, Фенноскандия и Кольский полуостров, Новая Земля, Урал, горы Пutorана и др.), ледники произвели разрушительную работу (**экзарацию**), срезав толщу горных пород мощностью в сотни метров и более (рис. 1). В настоящее время в областях экзарации скальные массивы приобрели сглаженный облик и вытянутые очертания. На них встречаются оставленные ледником шпраны и штриховка. Лишь отдельные высоко поднятые группы скал имеют резкие заостренные черты. На значительной площади скальные породы прикрыты мало-мощным чехлом **ледниковых отложений — морены** (рис. 2). Морена представляет собой валунные суглинки, супеси или пески. Местами она замещается водноледниковыми песками и галечниками.

Из центров оледенений продукты разрушения горных пород перемещались на сотни и тысячи километров в области накопления ледниковых **наносов**. После отложения значительных по мощности моренных и водноледниковых образований здесь сформировался слабо расчлененный **холмисто-равнинный рельеф**. Лишь в **краевых зонах** оледенений холмистую равнину окаймляют крупные **конечно-моренные гряды** высотой в несколько десятков, а иногда и свыше 100 м (рис. 3). Как и в областях экзарации, гряды и холмы в зоне ледниковой **аккумуляции** перемежаются с беспорядочно разбросанными замкнутыми впадинами, занятыми озерами или болотами.

Величественный вид имеют послеледниковые ландшафты горных стран. Склоны гор, с которых некогда спускались ледники, усеяны крупными циркообразными, полукруглыми нишами — **карами**. Кары часто располагаются несколькими ступенями. В местах, где системы каров близко сходятся с противоположных сторон одного хребта, склоны его становятся крутыми, а гребень — узким и неровным, с выдающимися вверх зубцами и пиками. Иногда кары разрушают горные массивы сразу с четырех сторон, частично пересекаясь своими стенками. Так образуются высокие пирамидальные пики — **карлинги** (рис. 4, см. 4-ю страницу обложки).

Кары часто замыкают крутосклонные корытообразные долины — **троги**, которые приобрели такую форму в результате ледниковой обработки (рис. 5). Дно трогов обычно

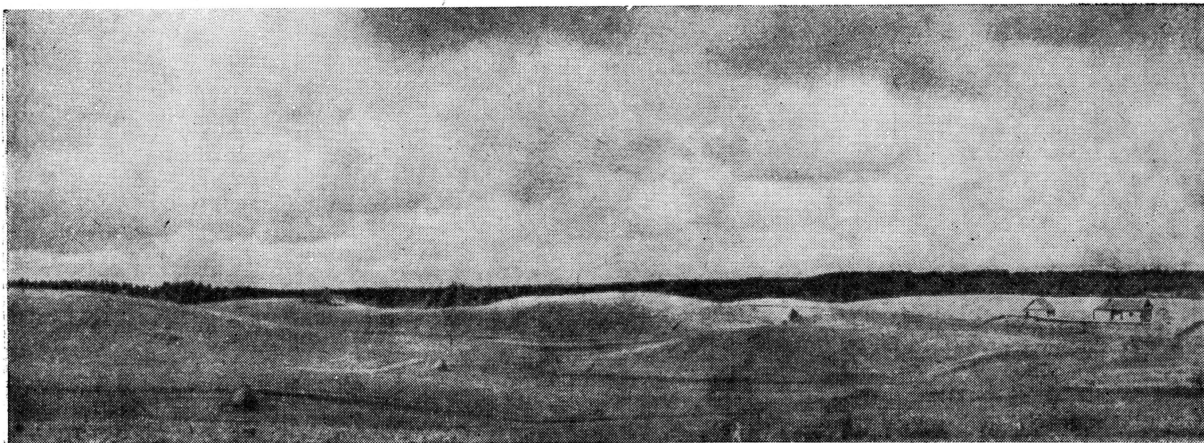


Рис. 3. Конечно-моренные гряды валдайского оледенения в истоках р. Волги

Фото Н. А. Кориной

выстлано мореной, а там, где ледник, отступая, останавливался, — располагаются конечно-моренные валы.

В отличие от материковых, **горные ледники** производят разрушительную работу не повсеместно, а лишь в долинах и на от-

дельных участках склонов. Поэтому обычным результатом горного оледенения является расчлененный, резко очерченный «альпийский» рельеф. Лишь при длительном существовании ледники могут полностью срезать верхние части горных хребтов, благодаря



Рис. 5. Троговая долина, оставленная ледником Ирик, спускающимся с горы Эльбрус. Конец ледника окаймляется конечно-моренными валами (темные бугры)

Фото Ю. Ф. Книжникова

чему последние приобретают выположенный вид и между экзарационными формами материкового и горного оледенений не будет различия. Однако четвертичным ледникам не «хватило» времени для того, чтобы произвести подобную **нивелировку**. Лишь в межгорных впадинах и предгорьях, куда выходили языки многих горных ледников и осуществлялась главным образом ледниковая аккумуляция, развит, как правило, сглаженный **холмисто-западинный** или **грядовый рельеф**.

В четвертичное время суша подверглась ледниковой обработке на площади в 44 млн. км². Это составляет лишь 29% от ее современной поверхности. Большая часть суши входила в состав **внеледниковой зоны**, на территории которой процессы преобразования рельефа протекали иначе.

ЧТО ТАКОЕ ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

В настоящее время многие ученые считают, что в ледниковые эпохи происходило изменение природных условий на всей территории нашей планеты. Одним из главных результатов этих изменений было образование **перигляциальных (окололедниковых) зон**, где господствовал суровый **арктический и субарктический климат**. Первоначально перигляциальные зоны рассматривались как области, в которых главное действие на климат и физико-геологические процессы оказывали ледники. Однако по мере накопления фактов выяснилось, что перигляциальные условия наблюдались на огромных территориях, и поэтому их существование нельзя объяснить исключительным влиянием ледников. Это и ряд других обстоятельств дают основание думать, что образование как ледников, так и перигляциальных зон на земном шаре в четвертичное время было результатом **общепланетарных похолоданий климата**.

В перигляциальных зонах почти повсеместно была развита многолетняя **мерзлота**. И именно с мерзлотными процессами прямо или косвенно связано возникновение всех перигляциальных образований. К числу наиболее типичных и широко развитых **форм перигляциального ландшафта** принадлежат мощные покровы **лессовых пород** равнин, межгорных впадин и предгорий, а также чехлы каменистых отложений горных хребтов, кряжей и плоскогорий. Распростране-

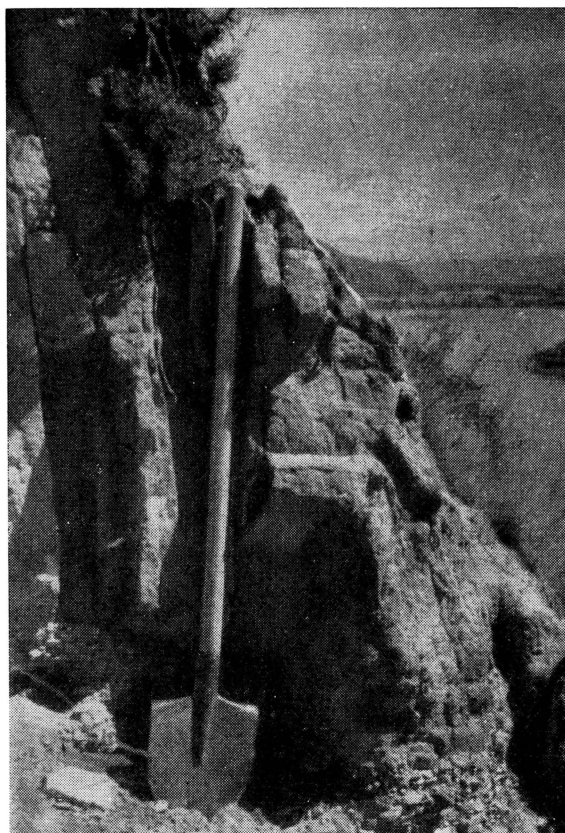


Рис. 6. Обнажение лёссов на левом берегу р. Енисей в Северо-Минусинской котловине у села Куртак. Хорошо видна столбчатая отдельность лёсса и подстилающий его галечник

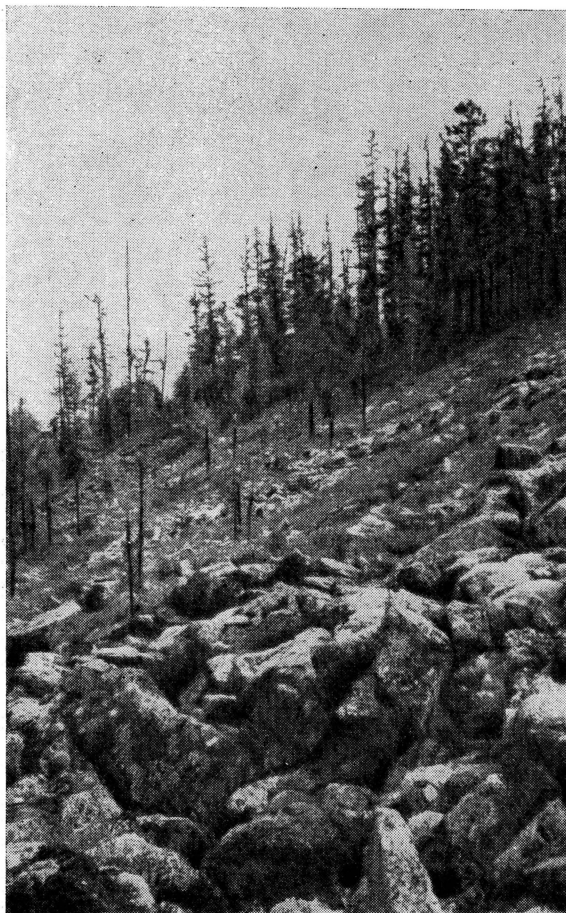
Фото автора

ние лёссов (рис. 6) в полосе, непосредственно примыкающей к зонам четвертичного материкового и горного оледенений, давно наводило ученых на мысль об их вероятном **перигляциальном происхождении** (в условиях сурового климата). Однако до сих пор по этому вопросу многие ученые придерживаются различных мнений.

Долгое время в науке господствовала гипотеза академика В. А. Обручева, согласно которой основную роль в образовании лёсса сыграла деятельность **ветра**. Позднее было доказано, что накопление лёссов происходит также в результате работы постоянных и временных **водотоков**, **плоскостного смыва** со склонов талыми и дождевыми водами, а также **вязкопластического движения грунтов (солифлюкционное течение)**.

Рис. 7. Солифлюкционные глыбово-щебнисто-суглинистые отложения, образовавшиеся в ледниковые эпохи четвертичного периода на севере Енисейского кряжа. Порода обнажается в стенке гидромониторного карьера вблизи г. Северо-Енисейска, где из нее добывается россышное золото

Фото автора



Большая заслуга в объяснении происхождения лёсса принадлежит академику Л. С. Бергу. Он доказал, что пылеватый материал превращается в лёсс лишь в том случае, если в процессе и после своего накопления порода подвергается **облессованию**.

В последние годы в результате стационарных наблюдений и экспериментов было установлено, что облессование представляет собой комплекс сложных физико-химических изменений, которые происходят с породой при **многократном промерзании и протаивании**.

Поскольку перигляциальные зоны являлись тем местом, где длительное время должны были осуществляться переходы температуры через 0° , то именно здесь и возникли мощные лёссовые покровы. Одним из возможных доказательств перигляциального происхождения лёсса может служить его главная особенность — преобладание в составе частичек пыли ($0,1-0,005$ мм), так как установлено, что формирование **пылеватых грунтов** — типично для Арктики и Субарктики.

На горных хребтах, кряжах и плоских горных хребтах, входивших в состав перигляциальных

Рис. 8. Крупноглыбовый курум на правом склоне долины р. Чиримбы, протекающей на севере Енисейского кряжа. Слагающие курум глыбы гнейсов имеют размеры до $2-3$ м³ и иногда более

Фото автора

зон, широко распространены **каменистые плащи**. Они покрывают вершины гор, их склоны и нередко спускаются на днища долин. На пологих склонах глыбы и щебень скальных пород обычно перемешаны с мелкоземом, а на более крутых залегают крупноглыбовые каменные покровы, называемые **курумами** (рис. 7 и 8).

Каменный чехол сформировался в горах в результате **морозного дробления** пород и их массового перемещения главным образом в процессе **солифлюкционного сползания**. И морозное дробление, и солифлюкционное сползание возможны только в условиях сурового субарктического или арктического климата. Однако склоновые каменные шлейфы и курумы, а также водораздельные глыбовые или суглинисто-глыбовые покровы распространены буквально на всех горных массивах внеледниковой зоны умеренного пояса, и поэтому справедливо расцениваются как **реликтовые образования**, возникшие в перигляциальных условиях ледниковых эпох четвертичного периода.

КАК ИЗМЕНИЛСЯ ДОЛЕДНИКОВЫЙ РЕЛЬЕФ

Изучение распространения и условий залегания ледниковых и перигляциальных отложений показало, что **рельеф**, существовавший до их накопления, значительно отличался от современного. Так, исследователи Прибалтики, Белоруссии и центра Русской равнины пришли к единодушному мнению, что развитые на этих территориях ледниковые отложения значительно **снивелированы** неровности доледникового рельефа (рис. 9). Геологические данные показывают, что оледенение началось, когда Русская равнина занимала более высокое положение над уровнем океана и была расчленена разветвленной системой глубоко врезаемых долин. Аналогичный облик имели, по-видимому, Западная Европа, Северная Америка и Западно-Сибирская низменность. В пределах последней под толщей четвертичных ледниково-морских отложений геологи недавно обнаружили и проследили глубокие **погребенные долины доледникового времени**.

Покров перигляциальных накоплений тоже маскирует неровную, часто интенсивно изрезанную и осложненную ступенчатыми формами доледниковую поверхность. Такая

картина наблюдается на территориях с равнинным, холмистым и даже горным рельефом. На юге Русской равнины и Западно-Сибирской низменности, в предгорьях Алтая и Восточного Саяна погребенные доледниковые долины и балки находятся преимущественно под чехлом лёссовых отложений (рис. 10). Там, где долины лишь частично **снивелированы** ледниковыми отложениями, на местности прослеживаются мягко очерченные, часто лишенные водотока, неглубокие ложбины.

В горных районах рельеф сглажен каменными **солифлюкционными образованиями** пологих склонов. Они перекрыли лестницы речных террас на склонах долин и местами совершенно похоронили специфические западные формы в известняках (**карст**). Иногда солифлюкционные отложения заполняли днища долин, оттесняя речные русла (рис. 11).

Таким образом, на огромных пространствах, за исключением наиболее приподнятых территорий (центров горных оледенений и отдельных участков в центрах материковых оледенений), где горные хребты и массивы приобрели резкие очертания, произошло выравнивание или сглаживание расчлененного, подчас очень сложного доледникового рельефа.

Чтобы понять, почему в ледниковые эпохи происходят столь существенные преобразования поверхности материков, необходимо познакомиться с особенностями доледникового этапа развития. Умеренный влажный климат преобладал в тот период на огромных площадях севера Евразии и Америки. Лесная растительность распространялась, вероятно, до берегов арктических морей. Густой растительный покров создавал предпосылки для развития процессов **химического выветривания (разрушения) пород**, так как в почву вместе с дождевыми и талыми водами вымывалось большое количество органических кислот, образующихся при разложении растительных остатков.

Способствуя химической **дизинтеграции** пород, лесная растительность в то же время препятствовала площадному смыву продуктов разрушения при снеготаянии и дождях. Поэтому количество переносимых речными водами наносов на облесенных территориях было намного меньше предельной нормы. Реки, содержащие в своих водах малое количество наносов, при достаточном уклоне энергично углубляли свои долины, вызывая тем самым постепенное разрастание **долин**.

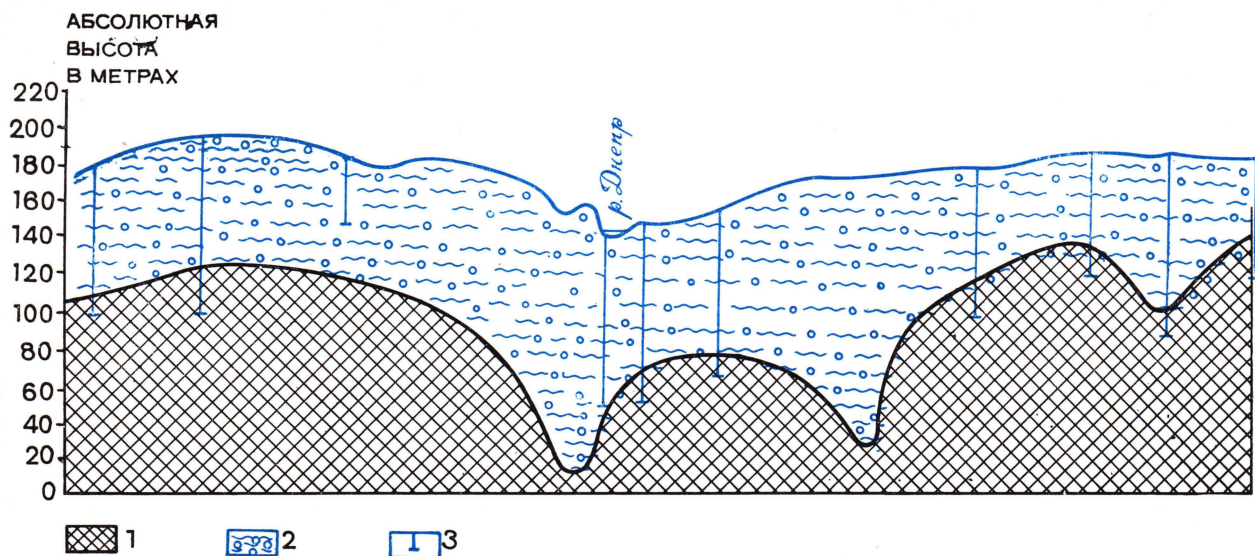


Рис. 9. Характер доледникового и современного рельефа в одном из районов Белоруссии, на геологическом разрезе по линии Староселье — Пронцовка. Хорошо видны расчлененность доледниковой поверхности и сглаженность современной (по М. М. Цапенко и др.): 1— доледниковый рельеф; 2— толща, состоящая главным образом из ледниковых отложений; 3— скважины

ной (эрозионной) сети. Высоко приподнятые и почти сплошь облесенные территории северной части Евразии и Америки в доледниковое время неизбежно подвергались глубокому и, по-видимому, достаточно интенсивному эрозионному расчленению.

Возникновение ледникового климата привело к **деградации** лесной растительности на огромных площадях (рис. 12). Из центров оледенений начали двигаться ледники. Вполне естественно, что в областях сноса мощные материковые ледники в первую оче-

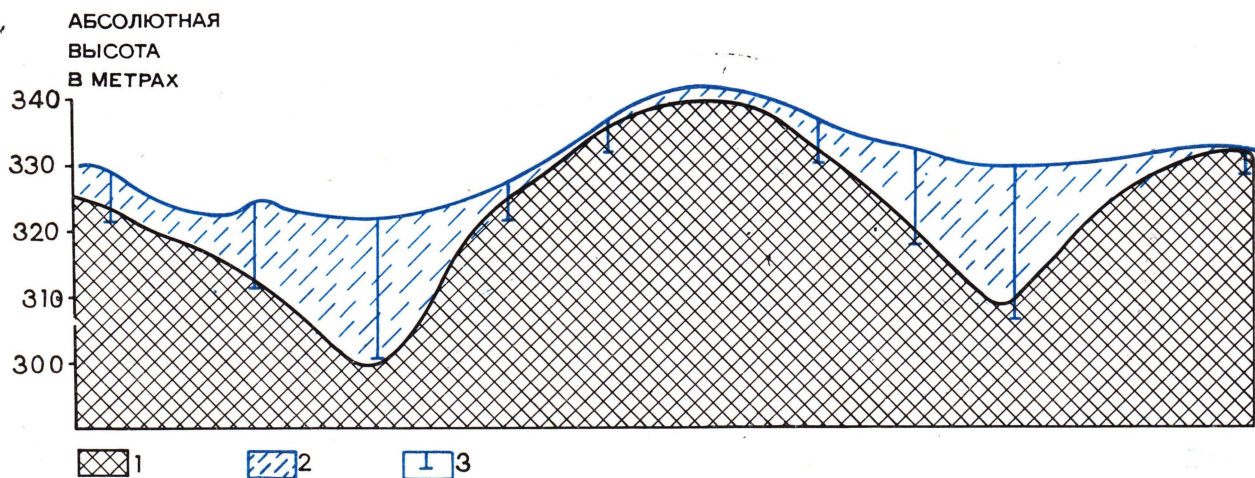


Рис. 10. Условия залегания лёссовых отложений вблизи г. Красноярска. Хорошо видно, что лёсс сгладил черты доледникового рельефа. Условные обозначения см. на рис. 9

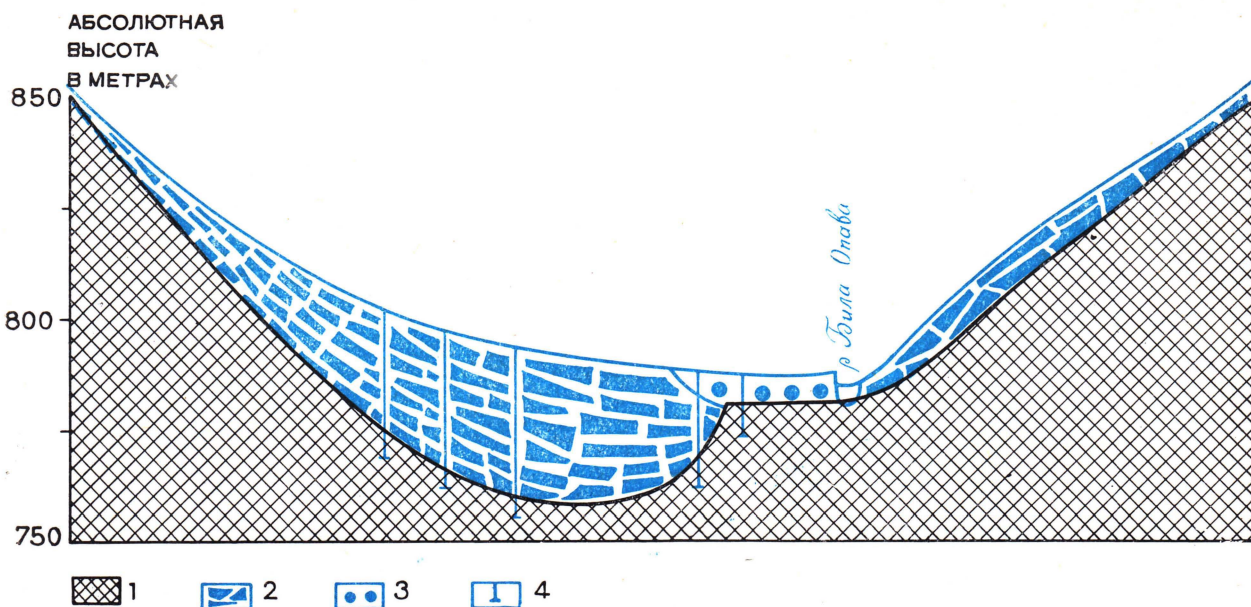


Рис. 11. Мощные солифлюкционные отложения на западном склоне и дне долины р. Била Опава Богемского массива. Составивший этот геологический разрез Т. Зудек предполагает, что русло реки было отнесено солифлюкционным шлейфом к востоку и вверх: 1— доледниковый рельеф; 2— солифлюкционные отложения; 3— речные отложения; 4— скважины

редь разрушали приподнятые массивы, а в областях аккумуляции больше всего обломочного материала они сгружали в пониже-

ниях, где нижние, наиболее богатые морской, слои льда задерживались в большей мере, чем в остальных местах.

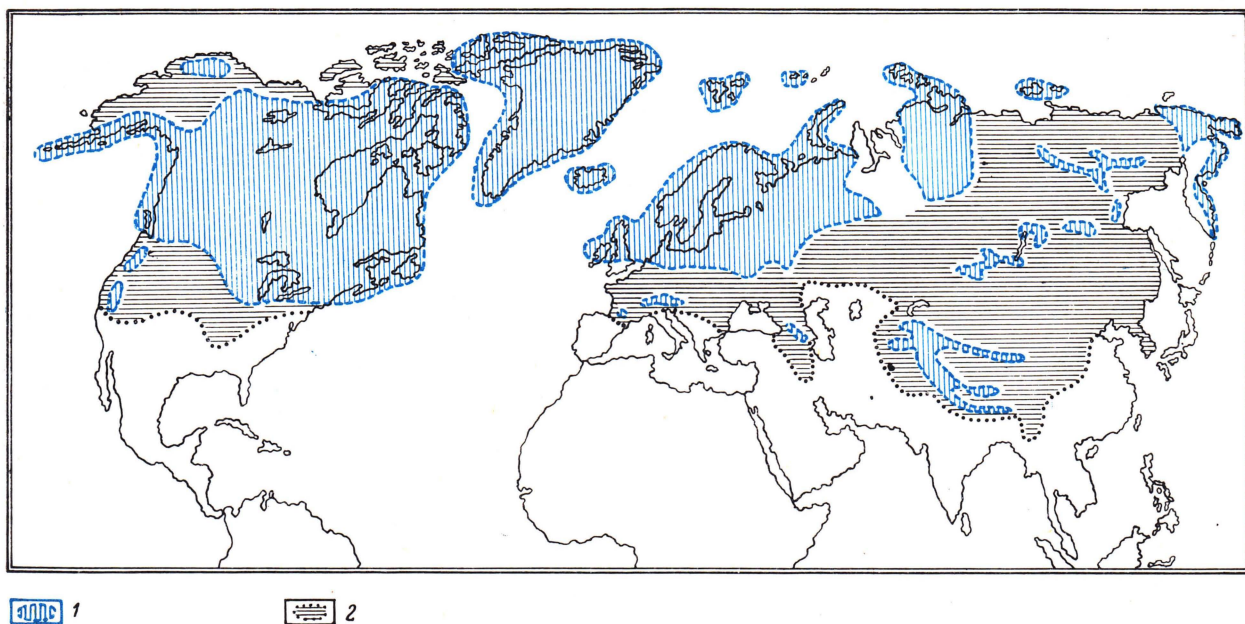


Рис. 12. Площади ледниковой (1) и перигляциальной (2) зон в северном полушарии Земли в эпоху максимального оледенения четвертичного периода (по данным В. А. Зубакова, К. К. Маркова, А. И. Попова и др.)

Характер деятельности горных ледников был более сложным, хотя и в их областях аккумуляции моренные отложения тоже сгладили черты доледникового рельефа.

Сглаживание рельефа происходило и в перигляциальных зонах. Причем химическое выветривание уступало место процессам морозного разрушения пород. С оголенных склонов обломочный материал в больших количествах сносился на днища долин. Реки, которые в ледниковые эпохи были маловодными, не справлялись с его переносом. В некоторые из них обломочный материал поступал также с талыми ледниковыми водами. Поэтому реки перигляциальных зон отличались высоким содержанием **речных наносов**. Эти речные наносы (**твердый сток**), а также непереработанные **склоновые отложения** и заполняли долины.

Чтобы представить, насколько увеличивается твердый сток рек при деградации лесной растительности (как это было при смене доледниковых условий перигляциальными), можно привести такой пример. Река Хуанхэ, дренирующая необлесенные районы, при водности примерно **в 20 раз меньшей**, чем у протекающей по облесенной площади реки Янцзы, доставляет в океан **втрое больше** наносов.

Продукты денудации* в больших количествах поступали в моря и непосредственно из областей оледенения. В этом отношении интересны сведения о **выпахивающей** деятельности антарктического **ледникового щита**. Подсчитано, что ежегодно с шестого континента удаляется такое количество материала, который при его равномерном распределении по площади материка составил бы слой толщиной в 0,05 мм. Ученые предполагают, что с такой же скоростью (0,05 мм в год) осуществлялась экзарация Фенноскандии в последнюю ледниковую эпоху. Эта цифра является показателем достаточно высоких темпов денудации (известно, что Русская равнина в настоящее время теряет в год слой породы мощностью в 0,03 мм).

Таким образом, в эпохи оледенений области сноса в ледниковых зонах и междуречья

на территориях с перигляциальным режимом подверглись весьма интенсивному разрушению. Вследствие этого значительная часть продуктов денудации отложилась на материках, сгладив неровности доледникового рельефа.

Разрушительная и созидательная деятельность ледников, интенсивное морозное выветривание, склоновый снос и речная аккумуляция были новыми процессами для большей части пространств суши умеренных и высоких широт, вызвавшими перестройку доледникового рельефа.

ПОЧЕМУ ИЗМЕНИЛСЯ ДОЛЕДНИКОВЫЙ РЕЛЬЕФ

В ледниковые эпохи Земля, покрытая снегом и льдами, отражала в мировое пространство большее количество получаемой солнечной энергии, чем в доледниковое время. Не исключено, что и светимость Солнца в ледниковые фазы была меньше, чем сейчас. Почему же в отрезки времени, энергетически наименее обеспеченные, разрушительная сила «питаемых» Солнцем денудационных процессов значительно возрастала? При господстве на суше химического выветривания (доледниковые условия) огромное количество энергии расходовалось на химические реакции, благодаря чему горные породы превращались в глины, а отдельные их компоненты выносились грунтовыми и речными водами в растворенном или коллоидальном состоянии.

При морозном дроблении пород, происходящем с малыми затратами энергии (физическое выветривание), возникали грубообломочные и пылеватые образования, близкие по составу к материнским. «Сэкономленная» энергия в эпохи оледенений тратилась на снос продуктов дезинтеграции, и на огромных площадях ледниковых и перигляциальных зон суша подвергалась механическому разрушению. При минимальном «качественном» преобразовании поверхности литосферы с максимальной скоростью происходило изменение рельефа. А перестройка рельефа благодаря действию силы тяжести всегда направлена на сглаживание его черт. Таким образом, скорее всего именно в ледниковые периоды с наибольшей скоростью происходит выравнивание рельефа суши.

* Денудацией (лат. *denudatio* — обнажение) называется совокупность процессов разрушения горных пород и переноса продуктов разрушения.

Открытие Януса—десятого спутника Сатурна*

*ОДУЭН ДОЛБФЮС,
астроном Медонской обсерватории
(Франция)*

Планета Сатурн (рис. 1) окружена, кроме составивших ее славу колец, системой спутников, девять из которых были известны давно. Теперь же мы знаем, что у этой планеты их по меньшей мере десять. Десятый спутник Сатурна обращается вокруг планеты за 18 часов по круговой орбите, расположенной в непосредственной близости к внешнему краю колец; он так слаб и так близок к кольцам, что до последнего времени ускользал от исследователей.

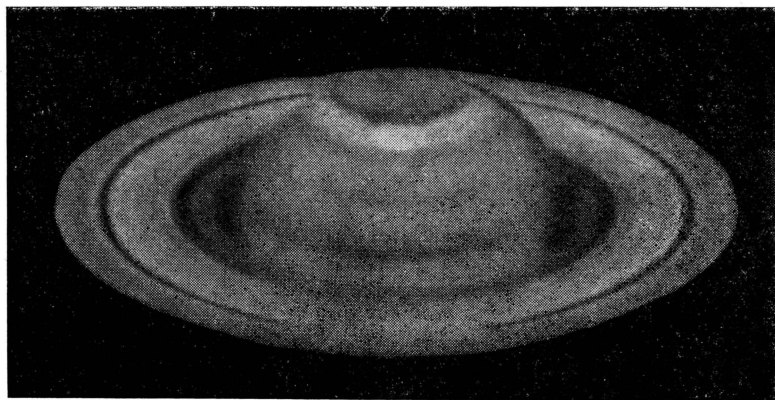


Рис. 1. Фотография Сатурна, полученная 27 апреля 1960 г. на 60-сантиметровом рефракторе обсерватории Пик-дю-Миди

НЕНОРМАЛЬНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ В КОЛЬЦАХ САТУРНА

На Медонской обсерватории мы смогли предвидеть существование близкого к планете спутника на основе возмущений, которые он должен был вызывать в системе колец.

С 1949 г. я занимался детальным изучением колец Сатурна на телескопах, дающих очень большие увеличения, как, например, инстру-

мент обсерватории Пик-дю-Миди во Франции или американской обсерватории Мак-Дональд. Эти наблюдения очень долгие, поскольку требуют исключительных атмосферных условий, которые приходится постоянно караулить; а последние случаются лишь несколько раз в году. Наблюдения подтвердили существование в кольцах легких минимумов света, соответствующих слабым темным полосам. Основные щели были уже известны, в частности, щель Кассини; их пытались объяснить возму-

щениями, которые производят главные спутники в системе маленьких тел, составляющих кольца. Однако наши наблюдения позволили выявить новые щели.

В 1954—1962 гг. на обсерватории Пик-дю-Миди были выполнены микрометрические измерения колец Сатурна. Мои коллеги Камишель и Фокас участвовали в этих тонких измерениях, точность которых благодаря использованию нового микрометра с двойным изображением, задуманного и созданного специально для исследования

* Перевод с французского Т. С. Мешковой.

колец Сатурна, значительно превзошла точность всех ранее опубликованных измерений. В течение нескольких лет данные Камишеля и Фокаса различались между собой на 0,4%, что составляет 550 км. Фотометрический профиль колец Сатурна, их размеры, положение минимумов света в них, выведенные из микрометрических измерений, даны на рис. 2.

Эти исследования показали, что классическая теория возмущений спутников, впервые примененная Кирквудом и Ловеллом, не позволяет объяснить присутствие наблюдаемых щелей. Например, резонанс для периода, равного половине периода первого спутника Мимаса, не совпадает с центром деления Кассини, как утверждалось ранее, а попадает лишь на внутренний край. Резонансами от каждого из спутников не удавалось объяснить минимумы света; казалось, необходимы еще какие-то дополнительные воздействия, которые можно было бы приписать неоткрытому спутнику, близкому к кольцам.

Такой спутник, слабый и весьма близкий к яркому шару Сатурна, мог остаться незамеченным во всех предыдущих исследованиях даже с сильнейшими телескопами из-за света, испускаемого Сатурном и его кольцами.

Я решил поискать этот спутник, как только обстоятельства окажутся благоприятными.

ПОИСКИ НОВОГО СПУТНИКА САТУРНА

В 1966 г. в конфигурации колец Сатурна наблюдалось редкое явление: Земля дважды проходила в точности че-

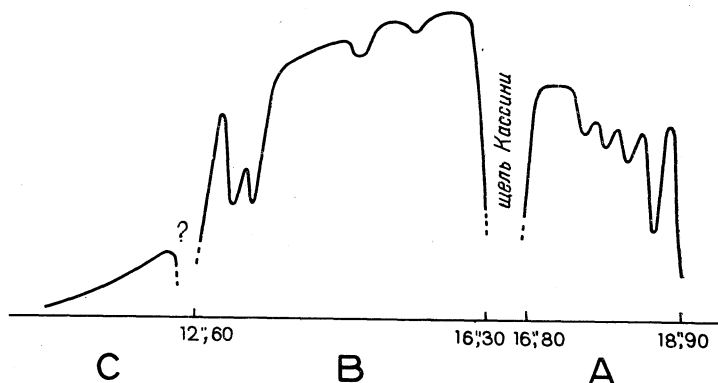


Рис. 2. Фотометрический разрез колец Сатурна. Угловые расстояния соответствуют расстоянию до Сатурна 10 а. е.

рез плоскость колец. Видимые сбоку, они почти полностью исчезали, не давая больше света, и потому условия исключительно благоприятствовали открытию новых спутников.

Первое прохождение Земли через плоскость колец было 29 октября 1966 г. В это время я по приглашению Академии наук СССР находился в Советском Союзе, что позволило мне использовать для поисков спутника крупные советские телескопы, предназначенные для исследования планет. Я смог наблюдать семь раз — с 26 октября по 16 ноября — на инструментах Крымской, Киевской (УССР), Абастуманской (ГрузССР), Ташкентской (УзССР) и Алма-Атинской (КазССР) обсерваторий. Поиски я вынужден был вести визуально, так как при моих постоянных переездах, а также в условиях кратковременного пребывания на каждой из этих обсерваторий было невозможно пользоваться фотографией. На 70-сантиметровых телескопах, которые чаще всего оказывались в моем распоряжении, визуальному наблюдению в свете, испускаемом планетой, до-

ступны лишь спутники ярче 13-й величины. В этих пределах мне не удалось найти спутник, который не был бы отождествлен ранее, и я убедился, что гипотетический спутник слабее 13^m. Для его открытия следовало применить фотопластинку, более чувствительную, чем визуальные наблюдения.

Второе прохождение Земли через плоскость колец, последнее до 1981 г., происходило 17 декабря 1966 г. В это время я смог воспользоваться 107-сантиметровым телескопом обсерватории Пикдю-Миди, расположенной на юге Франции на высоте 2870 м над уровнем моря.

Мне были нужны фотопластинки очень контрастные, а следовательно, мало чувствительные и требующие по меньшей мере 15-минутной экспозиции при очень точном гидировании в 15-метровом фокусе инструмента. Кроме того, нужно было защититься от светового излучения планеты, которое могло замаскировать спутник. Для этого я расположил в фокальной плоскости маленькую поглощающую полосу целлулоида, в точности

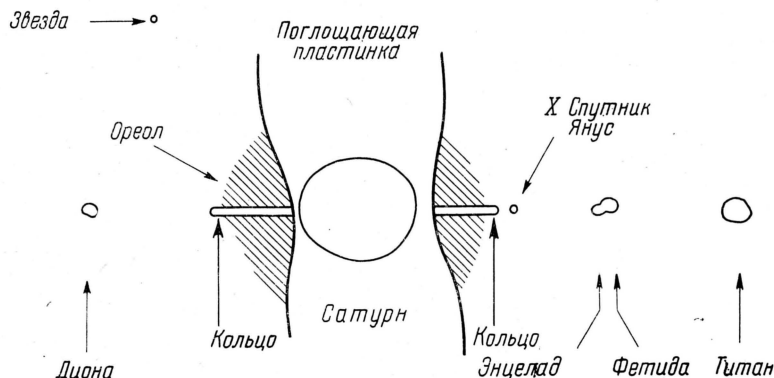
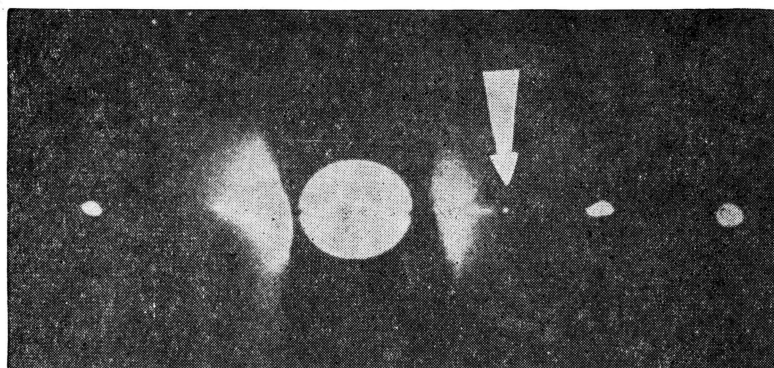


Рис. 3. Одна из первых фотографий спутника Янус, полученная Дольфусом на 107-сантиметровом телескопе обсерватории Пик-дю-Миди

закрывающую шар планеты и в 100 раз уменьшающую ее блеск; слабо светящийся след колец оставался виден с обеих сторон поглощающей плоскости (рис. 3, внизу).

На трех снимках, полученных 15 декабря 1966 г., в самой плоскости колец и очень близко к их восточному краю заметна слабая неотожествленная светящаяся точка. Одна из фотографий воспроизведена на рис. 3 (вверху). Маленькая светящаяся точка могла быть дефектом или звездой; однако, на последующих снимках видна та же светящаяся точка, смещенная к кольцам и постепенно приближающаяся к планете. Допустив, что это новый спутник, я мог сделать пер-

вое предположение относительно радиуса его орбиты и из третьего закона Кеплера определить период обращения. Он получился равным $18^{\text{ч}}00^{\text{м}}$. Можно было составить предварительные эфемериды. На следующий день, 16 декабря, светило ожидалось на западе; оно действительно оказалось на пластинке очень близко к двум известным спутникам Мимасу и Титану. Титан двигался к светилу и на снимках этой ночи, полученных позднее, закрыл его. 17 декабря новый спутник был вновь сфотографирован на западе в точности на предвычисленном месте. 18 декабря легкие облака помешали наблюдениям. 19 декабря новое небесное тело

проектировалось на планетный диск и не было видно. После этого мне пришлось освободить инструмент для других работ.

Возвратившись на Медонскую обсерваторию, я начал изучать 28 привезенных пластинок. Измерения и вычисления продолжались до 31 декабря 1966 г., и лишь в ночь с 31 декабря на 1 января 1967 г. элементы орбиты были определены окончательно. 1 января 1967 г. я отправил телеграммы различным обсерваториям, которые могли бы подтвердить открытие, в частности, центрам быстрой информации МАС.

3 января объект был в первый раз обнаружен в США на снимках, сделанных 18 декабря Уокером на более крупном инструменте Морской обсерватории в Флагстаффе (Аризона). Затем я сам нашел этот спутник на четырех пластинках, полученных 29 октября 1966 г. французским астрономом Ж. Тексеро на большом 208-сантиметровом телескопе обсерватории Мак-Дональд в Техасе (рис. 4). Оставалось лишь окрестить это новое небесное тело — привилегия, по традиции предоставляемая первооткрывателю. Девять уже известных спутников носят имена божеств, связанных в греческой или латинской мифологии с историей бога Сатурна, поэтому новому спутнику и было дано имя Янус.

ХАРАКТЕРИСТИКА СПУТНИКА ЯНУС

Орбита Януса практически круговая и расположена точно в плоскости колец; спутник пробегает ее за $17^{\text{ч}}975$;

диаметр орбиты около 315 000 км.

Средняя яркость Януса соответствует 14^m . В предположении, что отражательная способность его поверхности около 0,6, можно вычислить диаметр Януса, равный примерно 350 км. Это величина значительная, поскольку ни один из спутников, открытых с середины прошлого века, не достигает таких размеров.

Янус обращается очень близко к главной планете; поэтому его равновесие было бы нарушено, если бы он не обладал плотностью, достаточной для уравнивания центробежной силы. Равновесие спутников вычислялось французским математиком Рошем, который показал, что спутник, обращающийся за внешней границей колец Сатурна, распался бы; этим, вероятно, и объясняется происхождение колец. Янус распался бы только при плотности, меньшей 0,7. По Койпе-

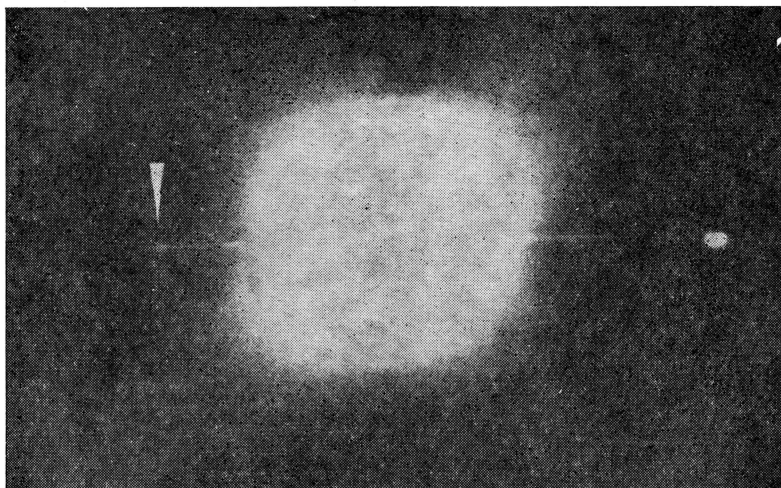


Рис. 4. Фотография спутника Янус, сделанная на 208-сантиметровом инструменте обсерватории Мак-Дональд Ж. Тексеро

ру, спутники, подобные Янусу, могут состоять в основном из конгломерата ледяных глыб, плотность которых близка к 1. Тогда Янус находится довольно близко к границе распада.

Происхождение Януса, его история в течение эволюции солнечной системы, причина его существования столь близко к внешнему краю кольца — вот проблемы, подлежащие теперь обсуждению.



СОЕДИНЕНИЯ ВОДОРОДА В АТМОСФЕРЕ ВЕНЕРЫ

Французские астрономы Пьер и Жанина Конн в содружестве с американскими учеными В. Бенедиктом и Л. Капланом летом 1966 г. провели интересное исследование спектра Венеры. Ими был применен новый прибор — интерферометр типа Майкельсона, усовершенствованный супругами Конн специально для изучения инфракрасных спектров небесных тел с большим разрешением.

При обычной фотоэлектрической записи спектров звезд и планет приходится последовательно пропускать через фотоэлемент различные участки спек-

тра. Поэтому атмосферная турбулентность, дрожание изображения и другие причины могут привести к местным искажениям записи спектра, учесть которые невозможно.

В интерферометрическом методе весь спектр записывается одновременно. Идея этого метода заключается в том, что разность хода двух интерферирующих лучей Δ медленно изменяется во время наблюдения, а прибор записывает изменение потока излучения $\Phi(\Delta)$. Полученная запись — интерферограмма — с помощью математической операции, называемой преобразованием

Фурье, может быть превращена в запись спектра — спектрофотограмму. Переход к спектру возможен потому, что смещение фазы одного из лучей по отношению к другому определяется отношением Δ к длине волны излучения λ . И хотя в луче все длины волн суммируются, преобразование Фурье позволяет их вновь разделить. Чтобы не иметь дела с большим интервалом длин волн, в приборе устанавливается интерференционно-поляризационный фильтр, ограничивающий спектральный интервал. Запись спектра осуществляет прибор-автомат, соединенный с электрон-

но-счетной машиной, куда вводятся показания интерферометра и где выполняется преобразование Фурье.

Наблюдения Венеры производились на 193-сантиметровом рефлекторе обсерватории Сен-Мишель. Было получено 28 инфракрасных спектров Венеры и 6 спектров Солнца — для сравнения. В спектре Венеры в интервале 1,2—2,5 мк, помимо теллурических (земных) и солнечных флуоресцентных линий, обнаружены тысячи линий, принадлежащих атмосфере планеты. Большинство из них — полосы CO_2 в различных изотопических вариациях ($\text{C}^{12}\text{O}^{16}_2$, $\text{C}^{12}\text{O}^{16}\text{O}^{18}$, $\text{C}^{13}\text{O}^{16}_2$ и т. д.), а также полосы CO . Но самым интересным результатом этой работы явилось открытие 15 линий HCl близ 1,75 мк и 9 линий HF у 2,4 и 1,3 мк. Точность отождествления с лабораторными стандартами (около 10^{-6}) не оставляет никаких сомнений в происхождении линий. В HCl представлены два изотопа хлора Cl^{35} и Cl^{37} . Количество обоих веществ ничтожно по отношению к CO_2 : содержание HCl составляет $6 \cdot 10^{-7}$, а содержание HF — $5 \cdot 10^{-9}$. Такие малые количества могли быть обнаружены только благодаря высокой разрешающей способности интерферометра и большой интенсивности линий этих легких линейных молекул. Полосы других соединений водорода — CH_4 , CH_3Cl , CH_3F , C_2H_2 , HCN — найти не удалось, значит их относительное содержание в атмосфере Венеры не превышает 10^{-6} . Линии HBr и HI попадают в невыгодные участки спектра (они блендированы солнечными или теллурическими линиями). Что касается водяного пара H_2O , то, если бы его количество в атмосфере Венеры над облаками составляло 0,1% от содержащегося в земной атмосфере, его можно было бы выделить с помощью эффекта Доплера. Это и удалось сделать двум группам американских астрономов на обсерваториях Мак-Мат — Халберт и Ликской, изучавшим полосы 0,82 и 1,1 мк. Их оценки количества H_2O в атмосфере Венеры над облаками соответствуют 60—120 мк толщины слоя осаждаемой воды (10^{-2} см). Наблюдения Коннов и др. дают верхний предел содер-

жания H_2O $2 \cdot 10^{-3}$ см слоя осаждаемой воды, но противоречия здесь нет, так как длинноволновые инфракрасные полосы формируются в менее глубоких слоях атмосферы Венеры, где поглощение меньше.

П. Конн и его сотрудники оценили и давление в атмосфере Венеры на уровне образования линий HCl — 80 мбар. Эффективная температура на этом уровне — 270°K . Тот факт, что линии CO_2 оказались более узкими, чем в предыдущих исследованиях, заставил пересмотреть вопрос о химическом составе атмосферы этой планеты в сторону увеличения доли CO_2 . По мнению Коннов, эта доля во всяком случае превышает 15%, а может быть, достигает 50—100%. Этот результат получил подтверждение в ходе блестящего эксперимента, проведенного с помощью советской автоматической станции «Венера-4». Эксперимент показал, что доля CO_2 в атмосфере Венеры превосходит 90%.

В. А. БРОНШТЭН,
кандидат физико-математических наук

«МОРЯ» И «КАНАЛЫ» МАРСА МОГУТ ОКАЗАТЬСЯ ВОЗВЫШЕННОСТЯМИ

Как известно, среди астрономов прочно укоренилось мнение о том, что «моря» Марса — низины, а материки — возвышенные плато. Результаты полета «Маринера-4» тоже как будто бы укрепили эту точку зрения. Но недавно появились указания на то, что марсианскую топографию придется рассматривать совсем в ином свете.

Во время противостояния 1965 г. на радиоастрономической обсерватории в Голдстоуне (США) производились радиолокационные наблюдения Марса на волне 12,5 см. Был подтвержден известный уже факт, что районы с повышенной отражательной способностью приурочены к темным областям. Однако оказалось, что максимумы зеркального отражения не совпадают точно с темными областями, а всегда от-

стоят от них примерно на 10° по долготе. Иногда максимумы отражения наблюдались по обе стороны от темной области. Это возможно лишь в том случае, если темные области обладают пологими склонами, отклоняющими отраженный луч в сторону. Причем результат одинаково можно объяснить и пологими понижениями и пологими возвышенностями: в первом случае отражение возникает от дальнего склона, во втором — от ближнего. Поэтому для выбора между этими двумя возможностями были тщательно проанализированы расположения максимумов отражения относительно границ темных областей, простирающихся в различных направлениях. Оказалось, что результаты наблюдений можно объяснить только при условии, что «моря» Марса — возвышенности, а «каналы» — горные цепи.

По величине отклонения максимума отражения удалось оценить крутизну склонов темных областей, а по крутизне — вычислить их высоту. Крутизна склонов каналов порядка 4° , а высота — около 6 км. Темные области имеют крутизну склонов 1 — 2° , а высота их зависит от размеров. В центре наиболее крупных темных областей она может быть очень большой. Например, высота Большого Сырта — около 12 км. Оптическим наблюдениям это не противоречит, поскольку при такой малой крутизне тени отбрасываться не будут. С точки зрения авторов работы К. Сагана, Дж. Поллака и Б. Голдстейна, темные области — континентальные блоки, а светлые аналогичны земным океаническим бассейнам. На Марсе они заполнены песком, периодически сдуваемым с поверхности возвышенных темных областей. Сезонные изменения авторы связывают с сезонностью переноса пыли и песок ветров.

Вывод американских ученых настолько противоречит существующим взглядам, подтверждаемым метеорологическими наблюдениями, данным «Маринера-4» и др., что, прежде чем принять его, следует провести тщательные контрольные наблюдения.

«Astronomical Journal», 72, 1, 1967,

О ПРОБЛЕМЕ ПРЕСНОЙ ВОДЫ

В. Г. СНОПКОВ,
кандидат географических наук

«Вода, у тебя нет ни вкуса, ни цвета, ни запаха, тебя невозможно описать, тобой наслаждаются, не ведая, что ты такое. Нельзя сказать, что ты необходима для жизни: ты — сама жизнь. Ты наполняешь нас радостью, которую не объяснить нашими чувствами. С тобой возвращаются к нам силы, с которыми мы уже простились. По твоей милости в нас вновь начинают бурлить высохшие родники нашего сердца. Ты самое большое богатство на свете...» (Антуан де Сент-Экзюпери «Земля людей»)

КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ

В настоящее время проблема снабжения пресной водой населения земного шара волнует умы многих ученых в различных странах мира, так как источники пресной воды распределены на поверхности Земли крайне неравномерно. Например, на острове Кауаи (Гавайские острова) и в Черрапунджи (Индия) выпадает рекордное количество осадков (за год слой дождевой воды в среднем составляет 12 м, а в отдельные годы он достигает 15 м и более). В пустынных же областях Чили, Перу и Сахары встречаются места, где осадки не выпадают по нескольку лет.

Население земного шара непрерывно растет, бурными темпами осуществляется технический прогресс — потребление воды увеличивается. Однако количество воды на Земле ограничено. Может наступить такой момент, когда человечество нашей планеты

будет испытывать недостаток в пресной воде, если заблаговременно не принять соответствующие меры.

Каковы же общие запасы природной воды на поверхности Земли? Их оценивают приблизительно в 1,3 млрд. км³ (без учета подземных вод). Эта вода почти полностью (99,7%) сосредоточена в Мировом океане и для питья не пригодна, так как литр морской воды содержит в среднем 34—35 г солей. Полярные льды Гренландии и Антарктиды хранят в себе 0,27% воды, которую трудно использовать для снабжения других материков. На долю внутренних водоемов (моря, озера и реки) приходится всего лишь 390 000 км³ или 0,03% ее общих запасов. По данным квалифицированных специалистов, ежегодное потребление пресной воды населением планеты не должно превышать 20 000 км³. Эта приближенная оценка существующей и расходуемой пресной воды показывает, что запасы ее ограничены; их необходимо пополнять.

КРУГОВОРОТ ВОДЫ НА ЗЕМНОМ ШАРЕ

Вода в природе встречается в трех состояниях: газообразном, жидком и твердом. Она непрерывно движется, переходит из одного состояния в другое, совершает внутренний и внешний круговорот. Количественная характеристика круговорота воды на земном шаре выражается в следующих цифрах ($\text{км}^3/\text{год}$):

Внешний влагооборот

Количество осадков, выпадающее на поверхность Мирового океана (O_o)	$370 \cdot 10^3$
Испарение с поверхности океанов (I_o)	$407 \cdot 10^3$
Речной сток в океаны (P_{co})	$76 \cdot 10^3$

Внутренний влагооборот

Осадки на поверхность суши (O_c)	$102 \cdot 10^3$
Испарение с суши (I_c)	$65 \cdot 10^3$
Речной сток в океаны (P_{co})	$37 \cdot 10^3$

На поверхность земного шара выпадает в год $472 \cdot 10^3 \text{ км}^3$ осадков: 22% — на сушу и 78% — в океан. Испарение влаги с океанов составляет 86%, а с суши — только 14. Таким образом, на поверхности океанов испарение преобладает над осадками, а на суше наблюдается обратная картина. На рис. 1 представлена схема влагооборота на земном шаре. Из этой схемы видно, что вода, испарившись с океана (I_o), частично поступает на сушу с потоком (P_o), а вода, испарившаяся с суши (I_c), с потоком (P_c) частично переносится в океан. Разность потоков $P_o - P_c$ составляет речной сток (P_{co}). Осадки, выпадающие на поверхность океана и суши, образуются из влаги, испарившейся с поверхности суши и океана. Этот круговорот воды между океаном и сушей называется **внешним** круговоротом. **Внутренний** круговорот определяется тем, что часть влаги, выпавшей на сушу в виде осад-

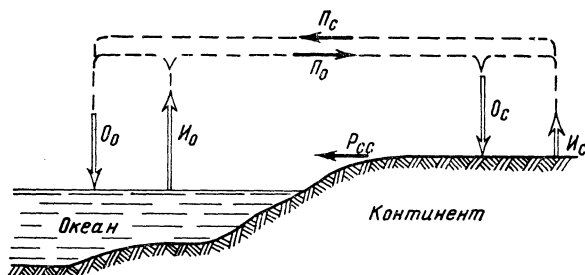


Рис. 1. Схема круговорота воды на земном шаре

ков, испаряется и затем вновь вовлекается в процесс образования осадков.

Внутренний и внешний круговороты непрерывны во времени и пространстве. Благодаря этому процессу существуют реки, озера, моря и океаны. Вода в природе все время находится в движении; она переходит из одного состояния в другое, но не исчезает бесследно и не создается вновь.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

Вода представляет собой физико-химическую среду, в которой может осуществляться большинство реакций обмена веществ, обеспечивающих непрерывный процесс разрушения и восстановления живых тканей. Вода играет роль регулятора температуры организма. Взрослый человек должен потреблять около 2,5 л воды в сутки в «чистом» виде и вместе с продуктами питания.

Процентное содержание воды в человеческом организме и некоторых продуктах питания:

Трехдневный человеческий зародыш	97
Восьмимесячный человеческий зародыш	81
Взрослый человек весом 70 кг	67
Содержание воды в костях	33
Содержание воды в мускулах	77
Содержание воды в сером веществе мозга	85
Грибы, цветная капуста, помидоры, морковь	90
Груши и яблоки	85
Картофель	80
Хлеб	33
Салат, огурцы, шпинат	95

Расход воды на производство 1 т некоторых видов продукции (м^3)

Газетная бумага	900
Резина и сталь	1500
Вискоза	более 750
Сахар	100

На тепловой электростанции, оборудованной четырьмя агрегатами по 250 Мвт, расход воды на охлаждение составляет $32 \text{ м}^3/\text{сек}$. Подсчитано, что к 1970 г. обычные и атомные тепловые электростанции будут расходовать 16 км^3 воды в год.

В Аргентине суточный расход воды составляет:

В химической промышленности	4000 м^3
В производстве алюминия	350—1000 м^3
В производстве железа	5000 м^3

В 1960 г. в США потребление воды на душу населения в сутки составляло: в промышленности — 2870 л, в сельском хозяй-

стве — 3 210 л, в быту — 500 л, т. е. 6 м³ в сутки, а к 2000 г. эта цифра возрастет до 10 м³.

В СССР валовое потребление воды в народном хозяйстве составляет 200 км³ в год, в ближайшие 20 лет оно увеличится до 650—700 км³.

К сожалению, к полной или частичной потере воды приводит ее загрязнение. Воды загрязняются промышленными отходами, а также ядохимикатами, которые применяются в сельском хозяйстве. Почти все отработанные воды любой отрасли промышленности являются химически или биологически «грязными». Они содержат различные примеси, которые часто обладают вредными для окружающей среды свойствами. Загрязнение вод в настоящее время катастрофически возрастает. Недавние подсчеты показали, например, что по вине промышленных предприятий в Москву-реку ежедневно сбрасывается несколько сот тысяч кубометров неочищенных сточных вод. Уже сейчас Москва-река не может удовлетворить водой население (более 6 млн. человек) и промышленность столицы. Поэтому разрабатывается проект водохранилища на реке Вазузе, воды которого по каналу будут поступать в Москву-реку. Разрабатывается также целый комплекс мероприятий по очистке загрязненных сточных вод.

В сельском хозяйстве для борьбы с сорняками и вредными насекомыми широко применяются ядохимикаты, которые попадают в реки. Частично попадают в реки и проникают в верхние горизонты грунтовых вод минеральные удобрения с большим содержанием фосфора и азота. Таким образом, очистка загрязненных вод превращается в самостоятельную проблему, успешное решение которой равносильно увеличению водных ресурсов на земном шаре.

ОПРЕСНЕНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ

В начале прошлого столетия жители городов составляли лишь 2% всего населения земного шара. В настоящее время эта цифра увеличилась до 10%, а к концу XX века достигнет предположительно 60%. Во всем мире городское население непрерывно растет. Например, в Каракасе за 20 лет численность населения выросла в 5 раз, Лиме (Перу), Сан-Пауло (Бразилия), Мехико, Бомбее, Карачи, Пекине — в 3 раза.

Особые трудности возникают при водоснабжении больших перенаселенных городов. В Париже на одном квадратном километре живут 32 000 человек, в Токио — 16 000, в Нью-Йорке — 13 200, в Лондоне — 10 300. В США к 2000 г. будет 10 городов-гигантов, в которых сконцентрируется 1/3 населения всей страны. Такой город в сутки будет потреблять от 8 до 28 млн. м³ воды!

В настоящее время более 200 млн. человек испытывают недостаток в пресной воде. Через 10 лет эта цифра возрастет до 300 млн. А ведь к 2000 г. население нашей планеты увеличится почти вдвое и составит 6 млрд.! Образуя говоря, напоить такую «семью» из имеющихся на Земле запасов пресной воды будет невозможно.

Значит ли это, что наступит «водный» голод? Нет, не значит.

Удовлетворить потребность в воде настоящее и будущее человечества земного шара возможно, если использовать неисчерпаемый источник пресной воды — морскую воду. Но чтобы морская вода стала пресной, надо удалить из нее почти всю соль.

Во многих странах мира, где мало пресной воды, созданы и работают специальные опреснительные установки. В них используются различные способы опреснения морской воды.

Способ перегонки — старый и самый распространенный способ. Он применяется в промышленных опреснительных установках. В 1960 г. в Кувейте (Персидский залив) способом перегонки опреснялось 5 млн. л морской воды в сутки. Такого же типа опреснительные установки строятся в Техасе и Калифорнии. В СССР на восточном берегу Каспийского моря, у города Шевченко, сооружено несколько опреснительных установок. Самая мощная из них вступила в строй в 1963 г. За сутки она производит 5000 м³ воды. Эти установки используют энергию от сжигания нефти, а в будущем они будут потреблять энергию ядерного реактора.

Более перспективным методом опреснения морской воды является **электродиализ**, который основан на перемещении ионов в растворе под действием электрического поля. В 1959 г. на конференции в Москве, посвященной вопросу опреснения соленых вод, много внимания было уделено методу электродиализа. В СССР на Черном море создана промышленная электродиализная установка. Она дает 12 т пресной воды в сутки. К 1962 г. три ус-

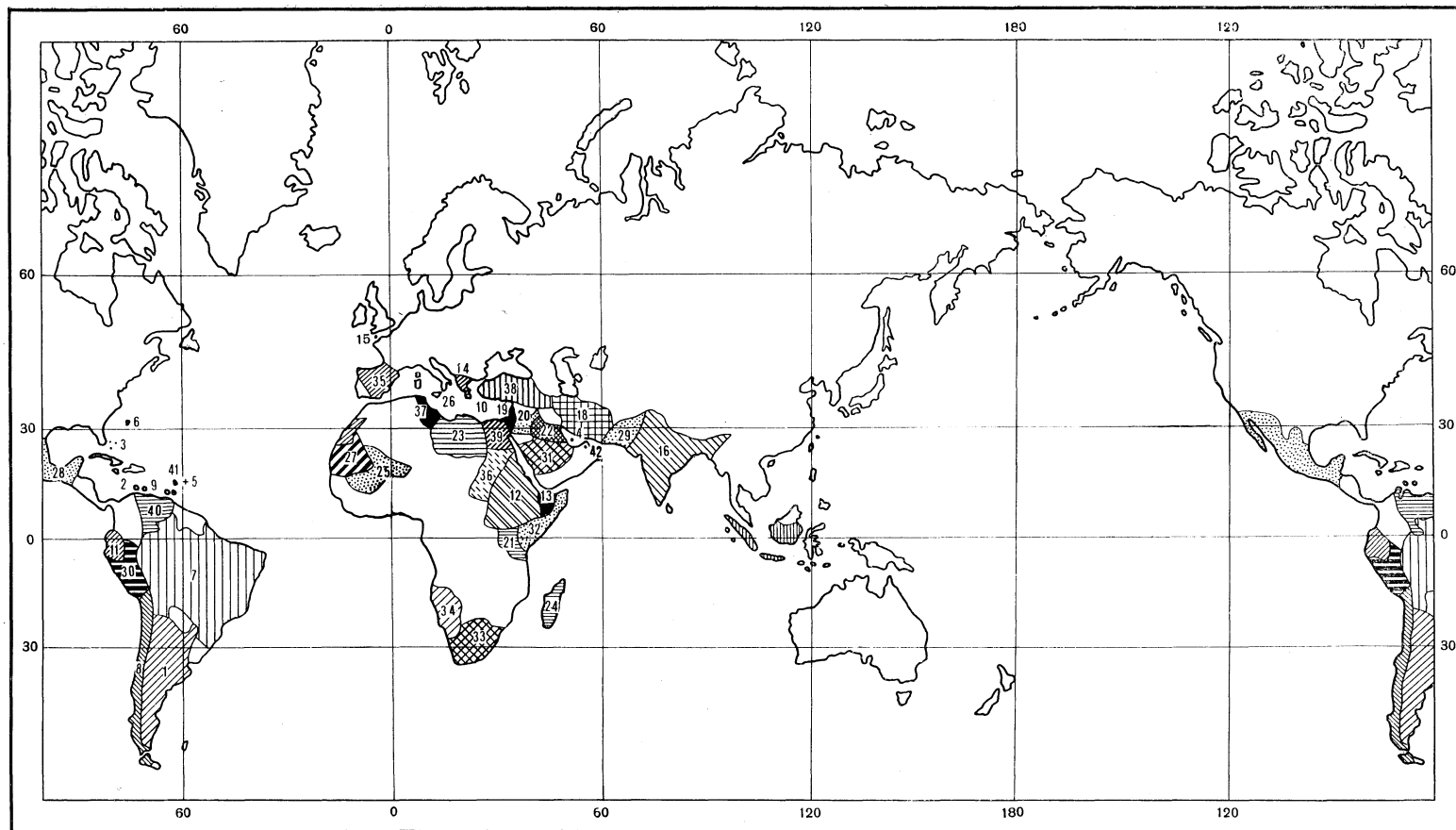


Рис. 2. Страны и районы земного шара, испытывающие недостаток в пресной воде

тановки работали в Азии и три — в Африке. Этот метод обладает тем преимуществом, что расход электроэнергии пропорционален содержанию солей в воде. Другими словами, чем меньше в воде соли, тем меньше расход электроэнергии. Поэтому этим способом опреснять солоноватую * воду дешевле, чем морскую. В стадии испытания находится метод опреснения морской воды путем **вымораживания**. Для опреснения морской воды можно использовать **энергию Солнца**. В промышленных масштабах этот метод пока не применяется, но у солнечных опреснительных установок большое будущее. Существуют и другие методы. Однако самым распространенным остается метод перегонки. На этом принципе к 1962 г. работало 24 установки: 6 в Африке, 9 — в Азии, 9 — в странах Латинской Америки. Одна из наиболее мощных установок находится на Антильских островах (Аруба), ее суточная производительность составляет 10 000 м³.

В конце 1962 г. был произведен подсчет действующих опреснительных установок на разных континентах. Вот данные их распределения:

	Число установок	Общая суточная производительность воды (м ³)
Африка	27	15 500
Азия и Средний Восток	17	32 600
Европа	1	2 300
Латинская Америка	16	26 700

Почти каждая страна к 1970 г. планирует увеличение производства пресной воды в среднем от 20 до 100% за счет реконструкции и создания новых опреснительных установок.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПО ПРОБЛЕМЕ СНАБЖЕНИЯ ПРЕСНОЙ ВОДОЙ НАСЕЛЕНИЯ ЗЕМНОГО ШАРА

Проблема опреснения морской воды рассматривалась в 1958 г. на конференции ЮНЕСКО в Тегеране. От 15 стран мира было представлено 85 организаций: Комиссия по соленым водам при Департаменте внутренних дел США, Рабочая группа № 8 Европейской

организации экономического сотрудничества, Национальный научно-исследовательский центр во Франции, Академия наук СССР и др. организации.

В 1962 г. Организация Объединенных Наций провела обследование стран с целью выявления районов Земли, которые испытывают недостаток в пресной воде, а также для получения технической и экономической информации о действующих опреснительных установках.

Страны и районы земного шара, испытывающие острый недостаток в пресной воде, представлены на рис. 2: Аргентина (1), Аруба (2), Багамские острова (3), острова Бахрейн (4), Барбадос (5), Бермудские острова (6), Бразилия (7), Чили (8), Куракао (9), Кипр (10), Эквадор (11), Эфиопия (12), Французское Сомали (13), Греция (14), Джернсей (Английский канал) (15), Индия (16), Индонезия (17), Иран (18), Израиль (19), Иордания (20), Кения (21), Кувейт (22), Ливия (23), Мадагаскар (24), Мали (25), Мальта (26), Мавритания (27), Мехико (28), Пакистан (29), Перу (30), Саудовская Аравия (31), Сомали (32), Южная Африка (33), Юго-Западная Африка (34), Испания (35), Судан (36), Тунис (37), Турция (38), Объединенная Арабская республика (39), Венесуэла (40), Вирджиния (Английский остров) (41), Катар (42). Обследование показало, что недостаток воды задерживает экономическое развитие этих стран.

Для решения проблемы снабжения пресной водой населения земного шара ученые многих стран объединились под руководством международной организации ЮНЕСКО. Этой проблемой занимается Международная ассоциация научной гидрологии и Международное агентство по атомной энергии. Помимо международных организаций почти каждая экономически развитая страна имеет соответствующие институты, которые занимаются теми же вопросами.

Разработке международной программы гидрологических исследований был посвящен конгресс ЮНЕСКО в 1963 г. в Париже. В конгрессе участвовали гидрологи и гидрогеологи всего мира. В 1964 г. на генеральной конференции ЮНЕСКО было принято решение о проведении с 1965 г. Международного гидрологического десятилетия. По программе гидрологического десятилетия сейчас работают почти все страны мира. Программа предусматривает получение

* Солоноватой считается вода с содержанием солей от 0,3 до 24 г/л (соленой — более 24 г/л).

гидрологических данных о режиме рек и водоемов, изучение водного баланса речных бассейнов, обмен научной информацией, подготовку кадров и др. вопросы.

Надо полагать, что объединенными усилиями многих стран проблема снабжения пресной водой населения земного шара будет успешно решена.



КАК УВЕЛИЧИТЬ ЗАПАСЫ ПРЕСНОЙ ВОДЫ В ЗАСУШЛИВЫХ ЗОНАХ

В статье академика АН Туркменской ССР И. С. Рабочева «Комплексное освоение аридных зон Средней Азии и Казахстана» мы снова встречаемся с проблемой увеличения запасов пресной воды. Вопросы обводнения пустынных пастбищ, где грунтовые воды сильно минерализованы, а естественные площади для сбора атмосферных осадков отсутствуют, остаются нерешенными.

В научных институтах Туркмении и Казахстана изучаются методы использования минерализованных подземных вод для засоления почв и орошения сельскохозяйственных культур. Ученые Средней Азии и Казахстана разрабатывают проблемы улучшения водоснабжения пустынных районов путем опреснения морских и грунтовых вод. Предложено несколько методов опреснения воды с помощью выпаривания, ионного обмена, гелиоопреснения, природного вымораживания, использования атомного опреснения и др. Методом вымораживания удалось снизить содержание солей в грунтовой воде Заунгузских Каракумов с 35 до 1—2 г/л. Используется и метод дистилляции. Стоимость опреснения 1 м³ воды при простом выпаривании снизилась с 12 руб. 35 коп. до 50 коп.

Сотрудники Института пустынь АН Туркменской ССР работают над созданием малых передвижных опреснителей, обладающих производительностью 1—10 м³ в сутки.

Весьма важной проблемой, которой ученые Средней Азии и Казахстана уделяют большое внимание, является использование солнечной энергии. Уже теперь солнечные опреснительные установки в пустынных районах могут давать пресную воду, стоимость которой значительно ниже стоимости воды, доставляемой автотранспортом или собранной с помощью искусственных водосборных площадок дождевой воды.

«Вестник Академии наук СССР», 8, 1967.

АТОМНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ

На американской антарктической станции Мак-Мердо вступила в строй атомная установка для опреснения морской воды. Ее производительность — около 50 000 л пресной воды в сутки. Это позволяет удовлетворять нужды 250 зимовщиков и 1250 человек летнего сезонного состава американской антарктической экспедиции.

«The Polar Times», 92, 64, 1967, 5.

О ГЛОБАЛЬНОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ЗОНДИРОВАНИИ

Опробование высотных баллонов для запуска в период метеорологического эксперимента «GHOST» (Техника глобального горизонтального зондирования) прошло успешно. По сообщению доктора Винсента Лалли из Национального центра атмосферных исследований США (Боулдер, Колорадо), опубликованному в журнале «Сайенс», 58 баллонов «сверхдавления» были запущены в марте 1966 г. в Крайстчерче (Новая Зеландия) и Мак-Мердо (Антарктида). 12 из них в конце января 1967 г. все еще находились в воздухе. Этот срок существенно превышает продолжительность «жизни» обычных баллонов (около 2 недель). За время пребывания в воздухе некоторые баллоны совершили более 17 кругосветных полетов на фиксированной высоте около 24 км. Опробование проводилось в порядке подготовки к международному эксперименту по усовершенствованию метеорологических прогнозов.

«The Polar Times», 92, 7, 1967, 164.

НЕОБЫЧНЫЕ ГАЛАКТИКИ

А. В. ЗАСОВ

Рассказ о галактиках исключительно большого и исключительно малого размера, о внегалактических объектах очень большой и малой яркости.

На фотографиях, сделанных крупными астрономическими инструментами, можно обнаружить много миллионов разбросанных по всему небу звездных островов — галактик. Они удалены от нас на гигантские расстояния, которые свет преодолевает за миллиарды лет. Большинство этих галактик еще не привлекало внимания исследователей. Имеются описания внешнего вида и грубая оценка яркости всего лишь нескольких десятков тысяч галактик, но и этого уже достаточно, чтобы судить об их чрезвычайном многообразии.

По форме и физическим характеристикам галактики можно очень грубо разделить на эллиптические, спиральные и неправильные. Но даже галактики одного класса столь сильно отличаются друг от друга, что часто выглядят совершенно непохожими. Сравните, например, фотографии двух спиральных галактик (рис. 1 и рисунок на 1-й странице обложки) или двух эллиптических (рис. 2). Трудно сказать, какие галактики можно считать обычными, а какие — исключением. Если галактики какого-либо типа встречаются редко, это еще не доказывает, что они действительно редки. Возможно, таких галактик очень много, но их трудно обнаружить. Это относится прежде всего к галактикам-карликам и к галактикам с очень низкой светимостью или поверхностной яркостью. Справедливо и обратное: кажется, что галактик-гигантов очень много, а на самом деле они составляют незначительный процент всех галактик. Видимое обилие вызвано тем, что их можно наблюдать с очень больших расстояний.

Посмотрите на фотографию ближайшей к нам спиральной галактики — туманности Андромеды (рис. 1). Это — одна из самых больших и массивных среди известных нам спиральных галактик. По размерам, массе и светимости она в несколько раз превосходит нашу Галактику, которая и сама считается гигантской. В туманности Андромеды более 200 млрд. звезд. Туманность удалена от нас на 2 млн. световых лет, но излучает столько света, что любой человек с нормальным зрением в темную осеннюю ночь может увидеть ее невооруженным глазом. На фотографии рядом с изображением самой туманности — два светлых овальных пятна. Это ее спутники, карликовые эллиптические галактики. Галактик таких размеров и светимости в действительности гораздо больше, чем галактик-гигантов, подобных туманности Андромеды или нашей Галактике.

Однако эллиптические галактики не всегда столь малы. Иногда их размеры даже больше спиральных. Особенно большие и яркие эллиптические галактики встречаются в скоплениях галактик. Эти галактики часто оказываются мощными источниками радиоизлучения, или, как их называют, радиогалактиками. На рис. 3 приведена фотография (негатив) галактики NGC 6166. По мнению американских астрономов В. Моргана и Дж. Леша, она самая большая из известных галактик. На этот же снимок в прямоугольной рамке впечатана фотография туманности Андромеды. Масштабы обоих снимков подобраны так, как если бы обе галактики находились на одном расстоянии. Какой маленькой кажется туманность Андромеды рядом с эллиптиче-



Рис. 1. Гигантская спиральная галактика — туманность Андромеды

ским гигантом! В галактике NGC 6166 содержится в несколько десятков раз больше звезд, чем в туманности Андромеды. Расстояние до нее — около 300 млн. световых лет, и тем не

менее эта галактика выглядит как объект 12-й звездной величины, т. е. ее можно наблюдать в сравнительно небольшой телескоп.

Известна и другая крайность. Американ-



Рис. 2. Две эллиптические галактики в созвездии Девы. Нижняя галактика пересечена волокнами пыли

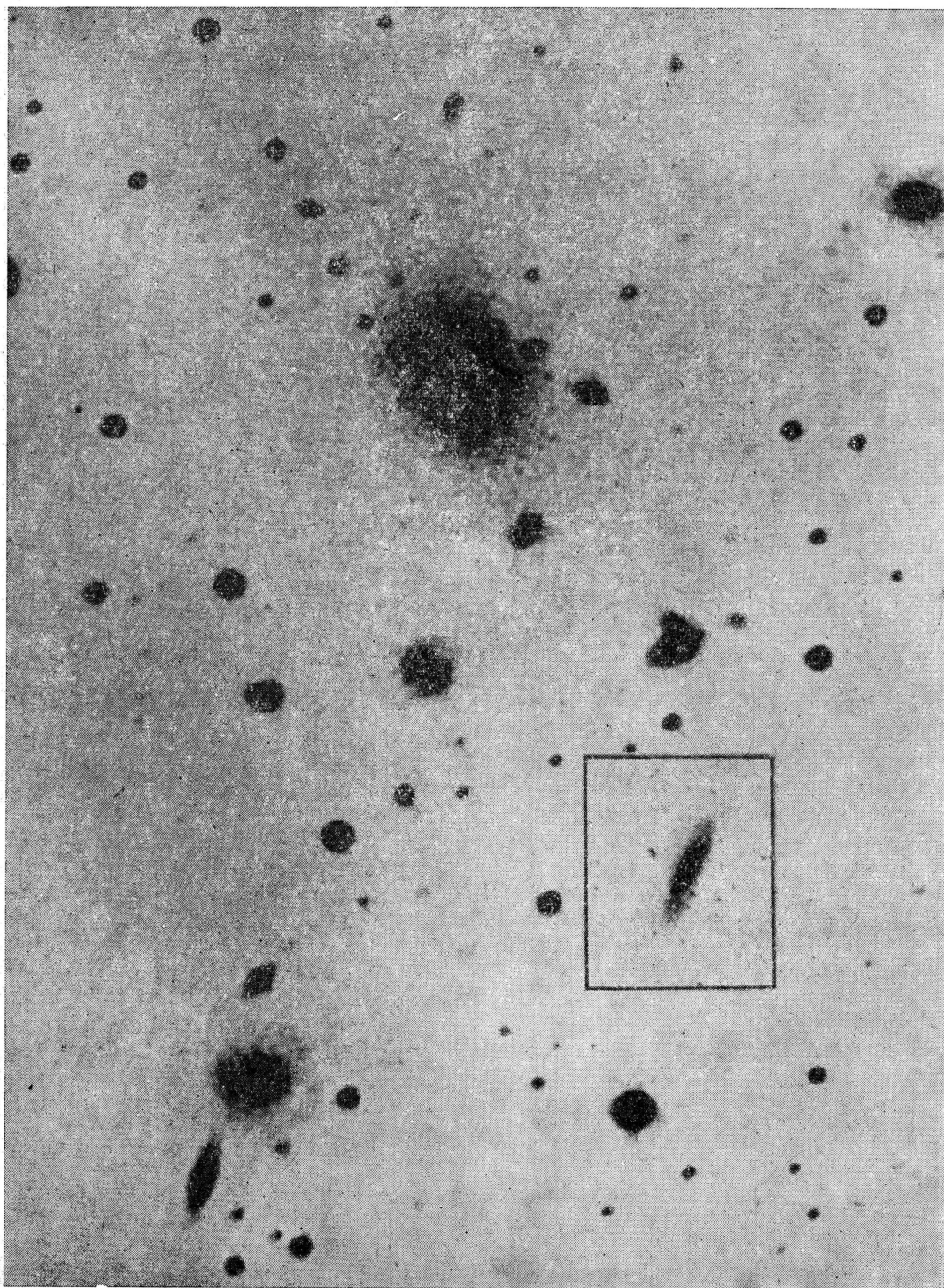


Рис. 3. Гигантская эллиптическая галактика NGC 6166 в сравнении с туманностью Андромеды (фото в прямоугольнике). Негатив

ский астроном Ф. Цвикки открыл целый класс галактик, размеры которых примерно в 10 раз меньше, чем у нормальных галактик такой же светимости. Они получили название компактных. На фотографиях их трудно отличить от звезд, и лишь анализ спектров позволяет исследователю окончательно убедиться в том, что перед ним — далекая галактика (в спектрах галактик линии обычно сильно смещены к красному концу спектра вследствие того, что они удаляются от нас с большими скоростями). Здесь уместно рассказать о двух галактиках, которые открыл американский астроном Х. Арп. Он обратил внимание на слабую двойную звезду 18-й звездной величины в созвездии Большой Медведицы на фотографии, полученной на самом большом в мире 5-метровом телескопе. Рассматривая изображение, ученый заметил, что на пластинках, полученных с большой экспозицией, края звезд этой пары кажутся размытыми и неровными. Когда были сфотографированы спектры объектов, оказалось, что они удаляются от нас со скоростью около 1330 км/сек. Если эта скорость вызвана расширением видимой части Вселенной, то объектами должны быть крошечные галактики, находящиеся от нас на расстоянии 43 млн. световых лет. Их диаметры составляют менее 2500 световых лет, т. е. в 400 раз меньше диаметра нашей Галактики. Наверняка во Вселенной много еще более компактных образований, но найти их не так просто: их изображения практически неотличимы от изображений десятков и сотен миллионов слабых звезд.

Арп обратил внимание и на то, что многие галактики, даже не очень далекие, трудно обнаружить, возможно, еще по одной причине. Если размеры галактик сравнительно велики, а светимость невысока, то их поверхностная яркость может быть очень маленькой. Они просто не будут выделяться на фоне неба, которое, как известно, ночью тоже слабо светится. Арп построил диаграмму, представленную на рис. 4 (по горизонтальной оси отложен в логарифмической шкале диаметр объектов в парсеках, а по вертикали — светимость в абсолютных фотографических величинах). На фотопластинках можно обнаружить и отличить от звезд только те объекты, которые на диаграмме попадают в полосу между двумя прямыми линиями. Объекты, находящиеся справа от этой полосы, не будут выделяться

на фоне ночного неба, а лежащие слева — будут выглядеть как звезды. Известные галактики и звездные скопления заполняют почти всю полосу (на диаграмме они показаны кружками). Крайя галактик обычно светятся очень слабо. Если на диаграмму нанести положения только центральных, ярких частей галактик, которые выходят на фотографиях первыми, то кружки расположатся почти посередине полосы. Компактные галактики отмечены черными кружками, они находятся близко к левой границе (две карликовые компактные галактики Арпа, о которых мы рассказали, — самые нижние). Два кружка с правой стороны немного выходят за пределы полосы. Это слабые эллиптические галактики, которые обнаружены только потому, что очень близки к нам и в них различаются отдельные звезды. На больших расстояниях объекты такого типа невидимы. Из диаграммы очевидно, что концентрация наблюдаемых галактик и звездных скоплений вдоль полосы вызвана прежде всего условиями их видимости.

Конечно, нельзя ожидать, что в действительности галактики и скопления могут находиться в любой части диаграммы, но должно существовать много таких образований, которые лежат за пределами отмеченной полосы.

В последнее время найдены два вида объектов, располагающихся на диаграмме

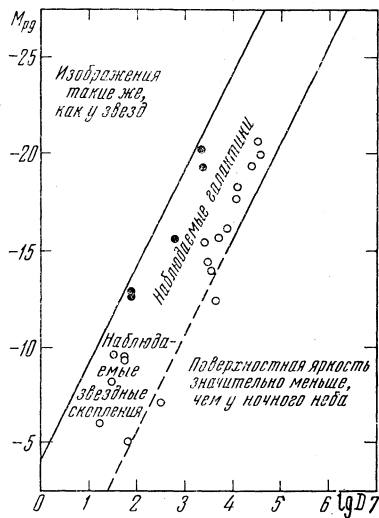


Рис. 4. Диаграмма «светимость — линейный размер» для галактик и звездных скоплений, составленная Х. Арпом

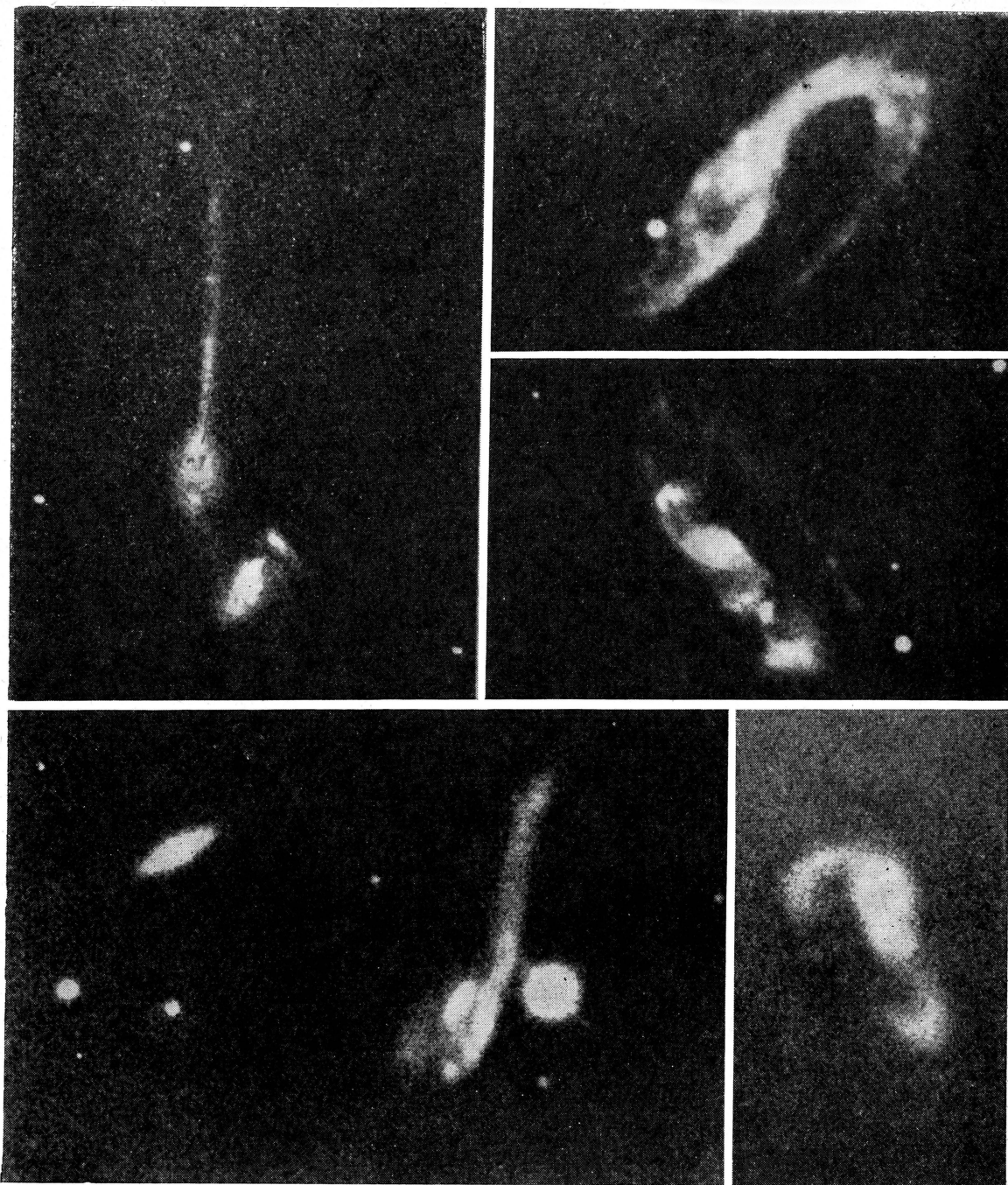


Рис. 5. Галактики со светящимися рукавами

Арпа в верхнем левом углу. Эти объекты колоссальной светимости и ничтожно малых размеров получили название квазизвездных радиисточников (квазаров) и квазизвездных галактик. Последние, в отличие от квазаров, не излучают заметных потоков радиоволн. Природа квази-

звездных объектов пока не известна. Они похожи на изолированные ядра галактик, находящиеся в стадии гигантского взрыва и выбрасывающие облака горячих газов. Отличить квазизвездные галактики от большинства звезд помогает их более голубой цвет, квазары же обнаруживают прежде все-

го по радиоизлучению, приходящему из области очень маленького углового размера. Впрочем, недавно радиоастрономы зарегистрировали слабое радиоизлучение и от некоторых квазизвездных галактик. Тем самым было доказано, что между ними и квазарами нет принципиальной разницы. Вероятнее всего, что это одни и те же объекты, находящиеся на разных стадиях развития.

Вблизи поверхности квазаров гравитационные поля могут оказаться настолько сильными, что при описании движения тел в этих полях надо использовать не уравнения классической механики Ньютона, а уравнения общей теории относительности. Иное дело — галактики с низкой поверхностной яркостью. Гравитационное поле вокруг них очень слабое, и, чтобы не покинуть галактику навсегда, звезды должны двигаться с небольшими скоростями. Плотность таких галактик очень мала, и поэтому они легко разрушаются приливными силами при сближениях с другими галактиками.

Объекты с низкой поверхностной яркостью не обязательно имеют классическую форму галактик. На небе можно найти образования и иного типа: длинные полосы (рукава) светящейся материи, исходящие из галактик. Вот эти образования действительно необычны. Поверхностная яркость рукавов такова, что на диаграмме Арпа они должны располагаться вдоль самой границы выделенной полосы. Поэтому большое число их, несомненно, остается не известным. Рукава представляют собой слабо светящиеся перемычки между галактиками или отходят от галактик в сторону в виде длинных «хвостов». Они редко бывают связаны с одиночными галактиками и гораздо чаще — с кратными системами галактик. Согласно исследованиям профессора Б. А. Воронцова-Вельяминова, хвосты и перемычки по цвету и структуре похожи на спиральные ветви галактик и, вероятно, состоят из звезд. Однако спектральные данные столь малочисленны и неопределенны, что такой вывод пока нельзя отнести ко всем образованиям. Их природа может и не быть одинаковой. Некоторые примеры галактик с отходящими от них рукавами показаны на рис. 5.

Суммарная светимость рукавов и хвостов иногда сравнима со светимостью всей галактики; их толщина и яркость часто почти не меняется на всем протяжении; их длина

иногда измеряется сотнями тысяч световых лет. Все это говорит о том, что звезды, из которых состоят межгалактические рукава, не могли быть выброшены из галактик. К тому же мы не знаем, каким образом из галактики могут быть выброшены миллиарды звезд или равноценное по массе количество газа, да еще не во все стороны, а по одной траектории.

Форма рукавов скорее всего определяется магнитным полем. Арп подтвердил это, обнаружив слабую поляризацию света, испускаемого длинной перемычкой между двумя не очень далекими от нас галактиками. Магнитное поле легко может удерживать межгалактический газ внутри трубки силовых линий, а из газа уже могут возникать звезды, так же как они возникают и в самой галактике.

Однако кажется непонятным, почему звезды не падают на галактику? Ведь галактика притягивает звезды к себе, что же удерживает их от падения? Конечно, звезды не будут падать, если они движутся вокруг галактики (или галактик) с большой скоростью. По этой причине, например, планеты не падают на Солнце, а звезды, образующие Галактику, не скучиваются в ее центре. Но тогда период обращения для звезд в близких и далеких от галактики частях рукава должен быть различным, поскольку он зависит от расстояния до галактики. В этом случае рукав быстро закручивался бы и разрушался. На самом же деле хвосты и перемычки часто бывают удивительно прямые.

Возможно, эти образования действительно разрушаются вскоре после своего появления (не больше, чем через 100 млн. лет — срок очень короткий в мире галактик). Но тогда трудно объяснить, почему они возникают так часто. Уже сейчас их известно несколько сотен, а ведь многие еще не обнаружены.

Возможно также, что звезды, составляющие рукава, непрерывно уходят из них или падают на галактику, но на их месте образуются новые, молодые звезды. Для этого, однако, требуется, чтобы галактики были окружены плотной газовой средой, из которой эти звезды могли бы формироваться.

И наконец, возможно, что рукава вообще состоят не из звезд, а представляют межгалактическую среду, которую галактика каким-то образом заставляет светиться.

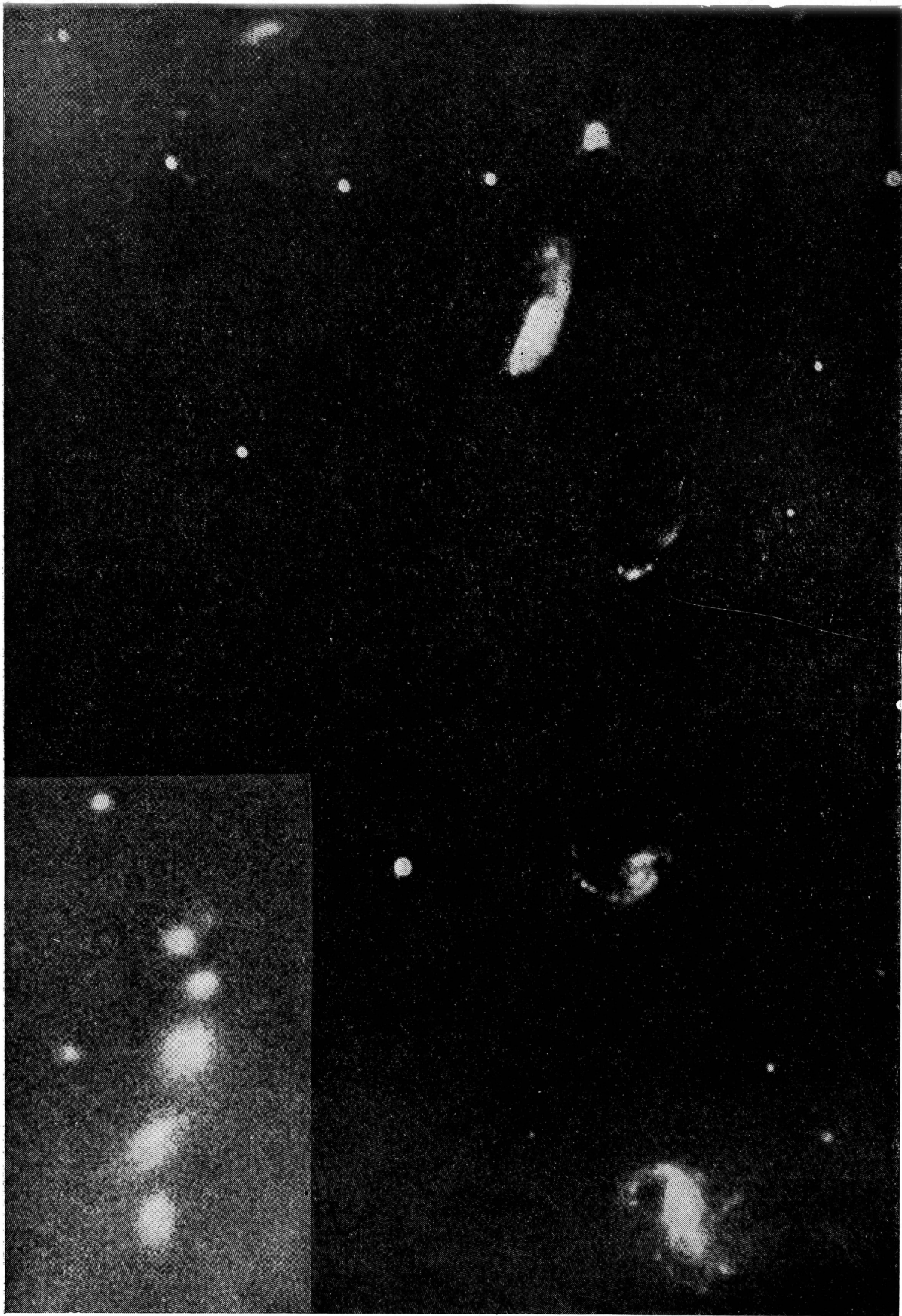


Рис. 6. Две цепочки галактик

Очень важно уточнить возраст этих загадочных образований и связанных с ними галактик. Для этого желательно знать, продолжается ли в настоящее время образование молодых галактик, и если да, то насколько интенсивно. В связи с этим следует обратить внимание на некоторые конфигурации, образуемые иногда галактиками. Например, известны десятки цепочек, состоящих из расположенных друг за другом галактик. Иногда они соединены светящейся материей. Само существование цепочек галактик представляется странным, потому что такие образования явно неустойчивы. Относительные скорости галактик в них часто превышают 100 и даже 200 км/сек. Казалось бы, что при таких скоростях цепочки должны неминуемо распасться за очень короткое время после своего образования.

Примеры двух таких цепочек галактик показаны на рис. 6. В нижнем левом углу видна цепочка из шести или семи небольших по размерам и светимости галактик, преимущественно эллиптических; на большой фотографии запечатлена очень длинная цепочка, образованная четырьмя или пятью спиральными галактиками. Похоже, перед нами только что родившиеся галактики. Однако этому противоречит одно обстоятельство: ни по форме, ни по цвету, ни по светимости галактики в цепочках заметно не отличаются от обычных галактик, содержащих много

старых звезд. Поэтому возраст таких объектов остается неясным, и не исключено, что галактики в цепочках не так уж молоды. Возможно, цепочка долгое время не распадается, потому что галактики в ней удерживает гравитационное поле плотного, но прозрачного газового цилиндра, а сами галактики являются в этом цилиндре лишь отдельными конденсациями. Но тогда необходимо, чтобы в цилиндре существовало сравнительно сильное магнитное поле, удерживающее газ. Окончательное установление природы этих образований — дело будущего. Важно получить хорошие спектры слабо светящейся среды между галактиками, что позволило бы выяснить состав и характер движений этой среды.

Мы рассказали об объектах, еще очень плохо изученных. Выяснение их природы поможет нам глубже разобраться в механизме возникновения галактик и в процессах, происходящих в межгалактическом пространстве. Наблюдениям многих из этих загадочных образований (хвосты и перемычки галактик, галактики с очень низкой поверхностной яркостью) мешает свечение ночного неба. Прекрасные условия для таких исследований будут на лунных обсерваториях. Фотографирование неба на Луне с многочисленными выдержками позволит запечатлеть такие объекты, о существовании которых мы даже не подозреваем.

Советуем прочитать

ФИЗИКА НЕВЕСОМОСТИ

Среди читателей нашего журнала немало преподавателей физики и лекторов, тематика выступлений которых — механика космических полетов. Им, а также студентам и любознательным старшеклассникам мы советуем прочитать книгу С. Э. Хайкина «Силы инерции и невесомость» («Наука», 1967 г.). Около тридцати лет назад С. Э. Хайкин опубликовал книгу «Что такое силы инерции». В ней раскрывалась сущность силы инерции и силы тяготения, рассказывалось об их эквивалентности и т. д. Силы инерции играют существенную роль в возникновении состояния



невесомости, изучение которого приобретает практическое значение в связи с наступлением космической эры. Это и явилось одной из важнейших предпосылок второго рождения книги о силах инерции. Невесомости посвящена последняя (четвертая) глава книги. В предшествующих главах («Системы отсчета», «Основные черты механики Ньютона» и «Силы инерции в ускоренно движущихся системах координат») содержится детальное рассмотрение физической картины. Для более глубокого понимания проблемы сил инерции автор обращается к общей теории относительности, рассматривающей, как известно, физические явления в системах координат, движущихся с ускорением.



**СИМПОЗИУМЫ,
КОНФЕРЕНЦИИ,
СЪЕЗДЫ**

XIII съезд Международного астрономического союза

Д. Я. МАРТЫНОВ,
профессор

О предыдущем — XII съезде Международного астрономического союза (МАС), который состоялся в конце августа 1964 г. в Гамбурге, я уже рассказывал в «Земле и Вселенной» (см. «Земля и Вселенная» № 1, 1965 г.). Я описал коротко историю Союза и его традиции. Съезды МАС созываются каждые три года для решения многих организационных вопросов совместной научной деятельности астрономов многих стран, объединенных Союзом. Астрономы собираются также для обсуждения наиболее животрепещущих вопросов их научной работы, ибо только в таких многолюдных собраниях могут встретиться представители различных разделов астрономии и вступить друг с другом в тесные и плодотворные контакты. Конечно, печать — очень надежный способ общения специалистов. Но это долгий процесс: даже в наилучшем случае проходит год от рождения научной идеи до получения откликов на нее! Другое дело — личные встречи. Здесь реак-

ция — немедленная, а полная дискуссия научных результатов занимает день — два!

В Гамбурге было принято приглашение чехословацких астрономов провести XIII съезд МАС в Праге. Наши чехословацкие коллеги решились на тяжелый труд! В 1922 г. в Риме на I съезде МАС присутствовало 83 астронома, а в 1964 г. в Гамбурге их было 1100. В Праге подготовились к приему 2000 человек, и это не было преувеличением: к концу августа туда прибыло свыше 1700 астрономов из 45 стран в сопровождении



XIII IAU PRAGA 1967

Прага. Здание факультета прав Карлова университета, где работал XIII съезд МАС



Прага. Тынский храм

почти 500 членов семей. Даже столь большой город, как Прага, оказался в затруднительном положении: устроить такое количество гостей стоило немало труда. Но местный Оргкомитет съезда, возглавляемый профессором Б. Штернберком, директором Астрономического института Чехословацкой академии наук, справился с этой задачей успешно. Четкая программа съезда «во времени и пространстве» — заслуга и местного Оргкомитета, и Исполкома МАС в лице генерального секретаря профессора Ж. К. Пекера (Франция) и его сотрудников. Никаких изменений подготовленной программы на съезде не было. Даже все мелкие детали обширной «Ladies Program», т. е. программы для жен и детей участников съезда, выполнялись со скрупулезной точностью.

Советских делегатов на съезде было свыше 300. Это была вторая по многочисленности делегация (на первом месте оказалась делегация США, а на третьем и четвертом — Анг-

лия и Франция). К сожалению, русская речь не звучала на съезде официально, хотя она и раздавалась в кулуарах; официальными языками МАС по-прежнему остаются английский и французский. Между тем русский язык понимают практически все наши коллеги из Чехословакии, Польши, Болгарии и Румынии. Да и в Англии, США и Франции есть немало астрономов, которым русская речь понятна.

Центральное здание съезда — факультет прав Карлова университета — находится на окраине старого города, а делегаты были размещены в многочисленных гостиницах, разбросанных по деловой части его. По крайней мере два раза в день мы проходили по Вацлавской площади через Пороховую башню, затем мимо церкви св. Якуба, на колокольные которой каждые четверть часа раздается звон, к знаменитому Тынскому храму с фасадом на Староместскую площадь. Здесь — старинная Ратуша, барочный храм св. Николая и великолепный памятник Гуситскому движению. Далее — средневековая, очень старая еврейская синагога (XIII в.), а немного в стороне, в переулке — вход на старое еврейское кладбище: непроходимый лес вертикально стоящих каменных надгробий, под которыми на семи уровнях находятся погребения XVII и XVIII столетий. Были организованы многочисленные экскурсии по достопримечательным пражским местам, но это больше для членов семей, потому что у самих делегатов едва хватило времени посетить загородную (в 40 км от Праги) обсерваторию в Ондřejово. Впрочем, почти все советские делегаты неорганизованно разыскали ресторанчик «У калиха», где так любил бывать Швейк и где до сих пор царит культ Швейка, висит портрет Франца-Иосифа и, как прежде, подают гуляш и пиво.

26 и 27 августа — в субботу и воскресенье — состоялись многочисленные экскурсии в загородные замки Карлштейн, Канопице, Глубока и др. Но они не породили ничего, кроме мимолетного любопытства к жизни людей, еще недавно именитых, а теперь сметенных историей в полное забвение. Только образ великого чешского короля Карла IV вызвал наше восхищение, но материальных памятников его времени сохранилось очень мало, разве что в Карлштейне.

Зато могилу Тихо Браге в Тынском храме все делегаты посетили с благоговением. Здесь, в католическом храме на могиле про-



Прага. Дворец съездов в день открытия XIII съезда МАС

тестанта не переводились свежие цветы, принесенные астрономами.

Съезд открылся утром 22 августа во Дворце съездов в Парке культуры имени Юлиуса Фучика. Огромный зал летнего типа без труда вместил 2500 участников конгресса. К залу примыкают обширная столовая и гостиная. В таких просторах очень легко потеряться самому и очень трудно найти нужное вам лицо.

По традиции, установившейся в Москве на X съезде в 1958 г., начало XIII съезда МАС было отмечено музыкальной программой: D-мажорными симфониями Воришека и Дворжака. С приветственными речами выступили президент МАС, заместитель председателя Совета Министров ЧССР, президент Чехословацкой академии наук и председатель Национального комитета астрономов Чехословакии.

Музыка сопровождала наше пребывание в Праге: мы слушали симфонический кон-

церт Сметаны («Моя родина») под открытым небом в Вальдштейновском саду, а затем спустя несколько дней смотрели чудесную сказку оперу-балет Яначека «Похождения лисички-плутовки» в Национальном театре, которую смотрели и слушали с одинаковым интересом и взрослые, и дети. Наконец, в день закрытия съезда — великолепный камерный концерт в маленьком зале XVIII столетия комплекса «Клементинум» — музыка XVIII в., включая нашего Д. С. Бортнянского.

Еще одно торжественное событие ознаменовало работу съезда. Это выступление в строй 2-метрового рефлектора на обсерватории в Ондржейове — превосходный подарок астрономической науке от Чехословацкого Правительства, приуроченный к съезду астрономов всего мира.

Как на всех предыдущих съездах МАС, научная программа состояла из пленарных докладов, лекций по приглашению, объеди-

ненных дискуссий и докладов в комиссиях съезда. В задачи комиссий входило рассмотрение организационных вопросов и утверждение научного отчета председателя комиссии за минувшие три года. Отчеты всех 38 комиссий были заблаговременно напечатаны и все вместе составили том, объемом свыше 1000 страниц и весом около 2 кг. Далеко не все делегаты съезда решились взять с собой такую тяжесть!

Кроме плановых, стихийно возникали непредусмотренные научные доклады и организационные вопросы. Последние были, согласно уставу МАС, самыми законными вопросами, и их приходилось решать. Но не все сверхплановые доклады оказались свежими и интересными, а времени они отнимали немало! Без плана готовились и некоторые новые выставочные материалы, ограничивать показ которых было бы неразумно.

Как всегда, очень интересны были кулуарные встречи. Так, группа наших исследователей Луны имела очень содержательный трехчасовой разговор с профессором Дж. Койпером; было много и других, более коротких встреч. А следствием этого явилась очень большая рабочая нагрузка (те, кто думают, что поездка научного работника на съезд — это увеселительная прогулка, глубоко заблуждаются).

Разумеется, наибольший интерес участников съезда вызвали пленарные доклады или «приглашенные речи» (invited discours) по самым актуальным проблемам науки, которые обычно задолго до съезда заказываются виднейшим ученым.

Первый из таких докладов был сделан академиком А. А. Михайловым на тему «Исследование Луны». Основу доклада составляли исследования, выполненные за последнее десятилетие с космических аппаратов, но докладчик показал эти достижения как продолжение давно начатого всестороннего изучения нашего спутника классическими средствами астрономии от селенографии до небесной механики.

Другой пленарный доклад профессора П. Леду (Бельгия) подвел итоги более чем сорокалетним исследованиям внутреннего строения звезд, продемонстрировав, сколь плодотворной была идея, впервые высказанная Э. Милном, о существенном влиянии поверхностных слоев звезды на ее внутреннюю структуру. В полную силу идея эта проявила себя лишь за последнее десятилетие в рабо-

тах Ч. Хаяши (Япония), С. А. Жевакина и В. И. Алешина (СССР), Дж. Кристи (США) и др., выяснивших самые ранние стадии развития звезды при ее сжатии и механизм пульсации цефеид.

Больше всего ожиданий связывалось с пленарными докладами 28 августа. В этот вечер с обобщающими отчетами о состоянии внегалактических исследований выступили выдающиеся ученые: профессор М. Райл (Англия) — представитель радиоастрономии и доктор А. Сэндидж (США) — представитель классической астрономии. Оба доклада имели одинаковое название — «Радиогалактики и квазары», но каждый имел самостоятельное значение. Райл особенно настойчиво напомнил, что по крайней мере 60% всех мощных радиогалактик — двойные, а квазары как радиоисточники — часто тоже двойные с ничтожными угловыми размерами (меньше $0''.1$). Связанные с квазарами оптические объекты также имеют ничтожные размеры и вполне похожи на звезды (откуда и название: квазизвездные объекты — quasi stellar objects). Сейчас мало кто сомневается в том, что источником радиоизлучения квазаров является механизм синхротронного излучения электронов очень высокой энергии, ускоряемых в магнитных полях. Потрясающе велик запас энергии в этих малых космических образованиях (порядка $10^{60} - 10^{61}$ эрг). Такое количество при обычных термоядерных реакциях в недрах звезд может быть выделено лишь при «сгорании» миллиарда водородных звезд, подобных Солнцу, в процессе превращения водорода в гелий. Вероятно, большие видимые радиогалактики обладают такими же запасами энергии, а в целом радиогалактики и квазары представляют собой лишь разные стадии одного и того же процесса — процесса развития некоторых галактик или — внутри них — особенно плотных частей. Если внезапно высвободятся 10^{61} эрг, то произойдет исполинский взрыв, в результате которого две струи плазмы будут выброшены в противоположные стороны со скоростью, близкой к скорости света.

Сэндидж в своем докладе привел обширную аргументацию в пользу того, что квазары являются объектами сверхудаленными — то, что для Райла не подлежит сомнению, но оспаривалось некоторыми астрономами и притом весьма авторитетными. Действительно, расстояния до квазаров определялись на основе существования сильного красного сме-

щения в их спектрах, которое интерпретируется как разбегание квазаров, согласно закону Хаббла, т. е. со скоростями, пропорциональными расстоянию, причем коэффициент пропорциональности принимается около 100 км/сек на мегапарсек. Таким образом, если наблюдаемая по красному смещению скорость удаления квазара от нас составляет, скажем, $100\,000 \text{ км/сек}$, расстояние до него есть 1000 Мпс или $3,28 \text{ млрд. } (3,28 \cdot 10^9)$ световых лет.

Но большое красное смещение может наблюдаться и у близких массивных объектов, когда они обладают сверхвысокой плотностью. Если квазары таковы, то у нас нет оснований относить их на чудовищные расстояния и приписывать им колоссальные запасы энергии. И механизм их излучения может быть иным, отличным от синхротронного. Размеры их в этом случае должны быть относительно невелики, тогда как даже, при угловом поперечнике в $0'',1$, но при космологических расстояниях в тысячи мегапарсек, их линейные размеры должны быть огромны — порядка килопарсек, что не вяжется с происходящими у них довольно быстрыми изменениями светового и радиопотоков.

Но именно радионаблюдения опровергли этот аргумент, чем и пользуется Сэндидж для категорического утверждения, что квазары — не локальные, а космологические объекты, принадлежащие Большой Вселенной. Речь идет об организованных в Англии, Канаде и США глобальных интерферометрических измерениях. Как известно, с помощью интерферометра можно определять угловые размеры источника излучения или, по крайней мере, верхний предел для угловых размеров. В 20-е годы таким образом были определены угловые диаметры нескольких ближайших к нам сверхгигантских звезд. Для радиоисточников, излучающих в метровом и дециметровом диапазонах, существующие радиотелескопы слишком малы (несмотря на свои гигантские размеры), чтобы отличать объект диаметром в несколько десятков угловых минут от точечного объекта. Зато два зеркала, разнесенные на несколько сот метров, вполне могут это сделать, а при расстоянии между ними в несколько сот километров можно будет радиоинтерферометром ощупывать форму объекта с поперечником в $1''$. После удачных опытов с радиоинтерферометрами, расставленными в пределах Англии, удалось решить труднейшую радиотех-

ническую задачу по сочетанию в интерферометрической схеме радиотелескопов, расстояния между которыми достигли тысячи километров. Венцом этого эксперимента стал интерферометр, объединивший радиотелескопы Джодрелл Бэнк (Англия) и Западной части США, отстоящие друг от друга на 7500 км . На длине волны в 18 см разрешающая способность такого интерферометра оказалась порядка немногих тысячных секунды дуги! *

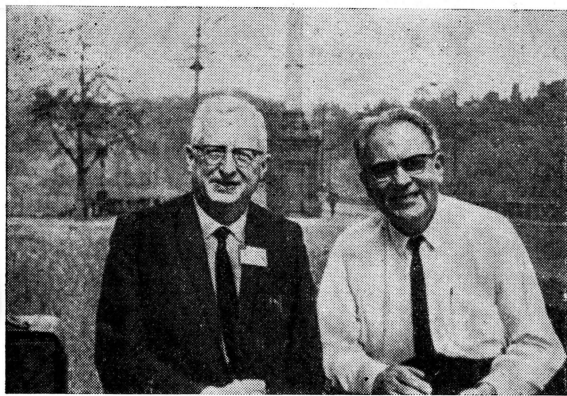
Как сообщил Сэндидж, наблюдения на интерферометре Англия — США показали, что размеры всех доступных измерению квазаров **меньше** $0'',02$. А тогда и при космологических расстояниях линейные размеры их получаются не более сотен парсек, что составляет незначительную долю от размеров средней галактики. Таким образом, ничто не мешает считать их сверхудаленными объектами.

Быть может, не лишней будет следующая справка: в настоящее время уже известно около 8000 космических радиоисточников, компактных по своей структуре, но только сотня их изучена более или менее детально.

Естественно, автору удалось побывать лишь на некоторых заседаниях комиссий съезда и его объединенных дискуссиях, и потому дальнейшее изложение работы съезда будет односторонним и неполным.

Прежде всего о Луне и планетах. На Комиссии 17 (Луна) рассматривались результаты обследования Луны с близких расстояний, выполненные советской ракетой «Зонд-3» и американскими спутниками Луны — «Лунар Орбитер». И наши, и американские исследователи представили карты обратной стороны Луны. Если на американской карте больше деталей, то достоинством советской карты является более высокая точность картографирования. Координатная сетка на карте Луны, представленной США, грешит неточностями, вполне естественными, если принять

* Здесь радиоастрономия неожиданно обогнала оптическую астрономию, которая до последнего времени не могла измерить диаметры звезд, меньшие $0'',01$. Но оптическая астрономия не сдастся. На XIII съезде МАС Хэнбери Браун доложил, что изобретенный им интерферометр интенсивности для оптического диапазона, установленный в Австралии (см. «Земля и Вселенная», № 3, 1965 г., стр. 61 и 62), дал ему возможность измерить звездные диаметры у семи звезд, меньшие $0'',005$. Любопытно, что интерферометры в радиодиапазоне основаны на том же принципе, что и интерферометр Хэнбери Брауна, это — интерферометры интенсивностей.



Американские астрономы: Д. Мензел и Дж. Койпер (справа)

во внимание, что съемка Луны производилась с очень близкого расстояния, так что объединить отдельные фотографии было трудно. Советские астрономы разработали номенклатуру новооткрытых лунных образований и опубликовали ее к съезду. Американские астрономы сделали то же, но не опубликовали и не стали вносить свой проект наименований для обсуждения на Комиссии. Они просто предложили не утверждать сейчас никаких новых названий на Луне, а сделать это после серьезного обсуждения в очень малочисленной комиссии из трех человек (Д. Мензел, М. Миннарт, А. А. Михайлов) на следующем съезде, что и было принято. Фактически же некоторые названия, предложенные советскими учеными, уже употребляются. Таков, например, огромный кратер Королев.

Большой интерес участников съезда вызвал хорошо выполненный кинофильм, снятый американским аппаратом «Сервейор III», совершившим мягкую посадку на Луну 19 апреля 1967 г., а также фотографии, полученные с помощью лунных спутников. Но, пожалуй, наиболее успешной была выставка тех же фотографий Луны. Наши американские коллеги разложили эти фотографии на полу большой аудитории, накрыли их прозрачным пластиком и предоставили всем желающим возможность «ходить по Луне», с единственным условием — без обуви! Если наклониться ниже, то взору такого путешественника становятся доступными детали размером около 75 м — то, что до сих пор не удавалось еще никому при наблюдениях с Земли.

На Комиссии 16 по физике планет были поставлены два запланированных ранее доклада, и оба они произвели большое впечатление. Первый из них — Б. Лейтона (США) — был посвящен переработке телеинформации, полученной с космического аппарата «Маринер IV» после его полета вблизи Марса. Опубликованные в свое время фотографии, переданные «Маринером IV», содержали, как известно (см. «Земля и Вселенная», № 4, 1965 г. и № 1, 1966 г.), много деталей, вполне подобных лунным кратерам, и кое-какие — менее ясные. С помощью остроумной, но очень трудоемкой методики, основанной на применении анализа Фурье и электронных вычислительных машин, Лейтону удалось очистить фотографии Марса от телевизионной сетки и от дефектов, так что даже на плохих фотографиях выявились новые тонкие детали на поверхности Марса. На одном из поздних заседаний по предложению профессора Койпера (США) решили назвать пять из числа открытых на Марсе кратеров следующими именами: Маринер, Колумб, Магеллан, Эриксон*, Нансен.

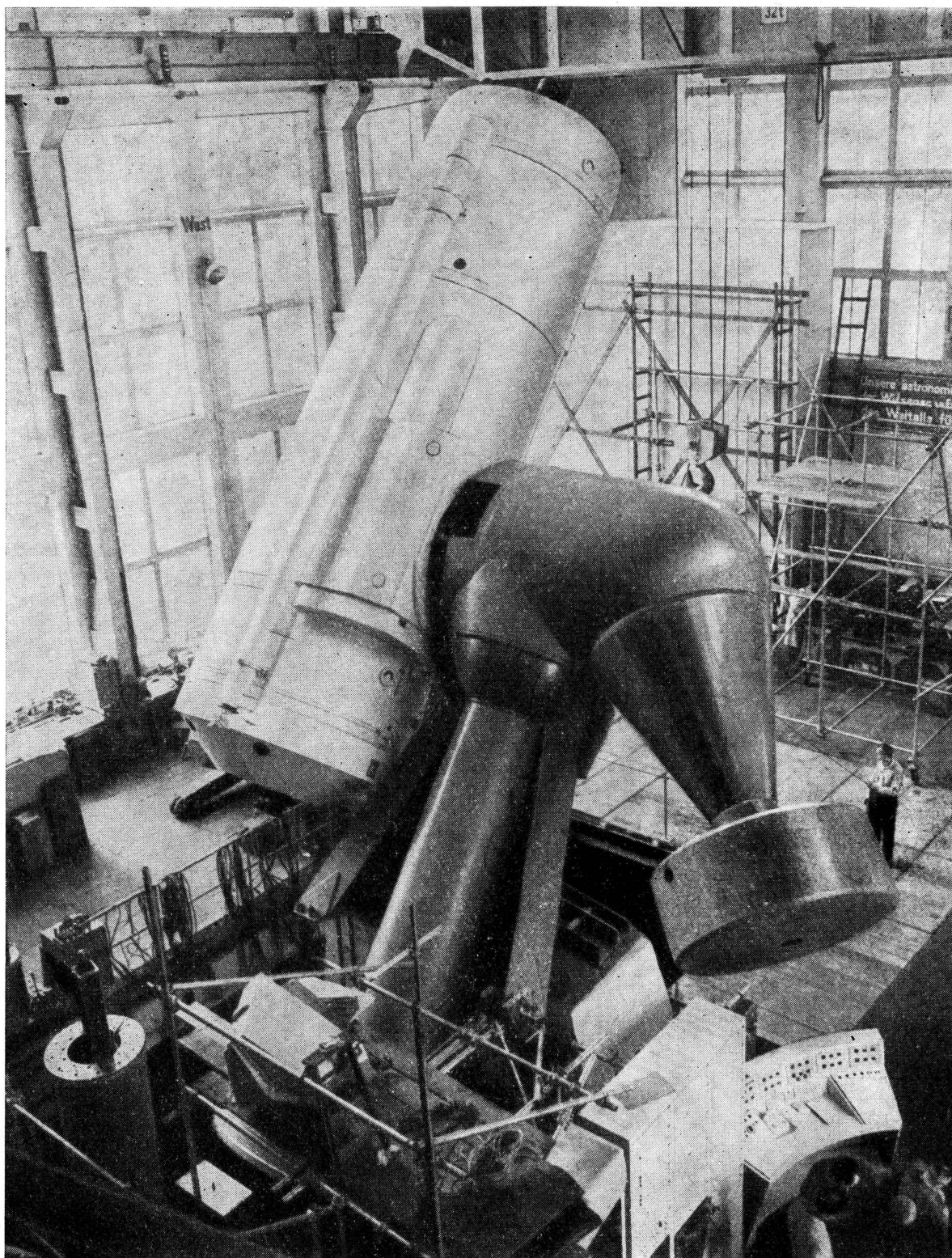
Второй доклад, сделанный французским астрономом П. Конном, тоже был посвящен применению анализа Фурье, но на этот раз — в спектроскопии. Такое совпадение не случайно. Анализ Фурье — могущественное средство, но использовать его можно, только располагая мощными современными вычислительными средствами. Конн построил спектрограф-интерферометр, который давал возможность спектрального разложения с практически неограниченной разрешающей силой. Продемонстрированные им спектры молекулярных полос поражают обилием деталей и чистотой. Особенно успешно новый метод применяется в инфракрасной области к протяженным источникам, в частности — к Венере**.

Комиссия 16 заслушала еще множество других мелких докладов, среди которых трудно выделить интересные новинки.

На заседаниях Комиссии 42 по затменным двойным звездам наиболее интересные доклады обсуждались совместно с Комиссией 30 (лучевые скорости) и на объединенной

* Эриксон — первый путешественник, достигший берегов Америки. Слово «маринер» означает мореплаватель.

** См. «Земля и Вселенная», № 1, 1968 г., стр. 37.



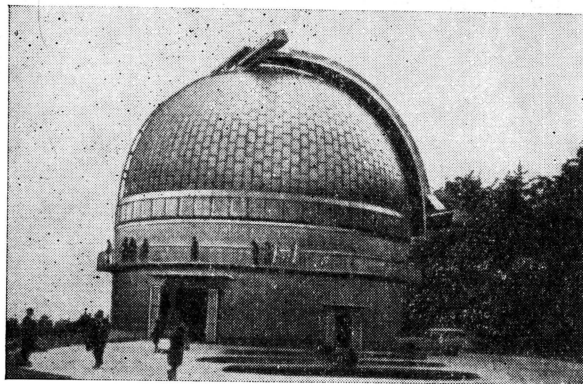
2-метровый телескоп, установленный на обсерватории в Онджейове

дискуссии трех комиссий: 29 (звездные спектры), 35 (внутреннее строение звезд) и 42 (эволюция тесных двойных систем).

Прошло уже почти 20 лет со времени опубликования V каталога спектрально-двойных звезд. За это время прибавилось множество новых спектрально-двойных, так что число их приблизилось к тысяче. На съезде мы узнали, что на обсерватории Виктория в Канаде А. Баттен составил новый каталог, который скоро выйдет в свет. Это будет очень ценная сводка знаний о тесных двойных системах, включая и знание их масс. Однако Баттен предостерегает, что некоторые орбитальные элементы спектрально-двойных звезд, как например долгота периастра, при малых эксцентриситетах орбит, имеют чисто формальное значение и подвержены влиянию не совсем понятных наблюдательных ошибок.

Объединенная дискуссия комиссий 29, 35 и 42 называлась «Тесные двойные и звездная эволюция». Тема эта возникла в результате все более ясного понимания того, что двойные и кратные системы в мире звезд встречаются чаще, чем одиночные звезды. Между тем гравитационное взаимодействие звезд, входящих в тесную звездную пару, до последнего времени в теориях внутреннего строения звезд совершенно не учитывалось. На самом деле, в такой паре происходит интенсивная передача материи от одной компоненты к другой, так что может даже произойти обмен ролями — главная (по массе) звезда превращается во вторичную и наоборот. Эволюция звезды с изменяющейся массой только теперь подверглась внимательному исследованию в работах польских и немецких астрономов. Теперь уже, наконец, выяснилось, как образовались системы, подобные Алголю: горячая массивная звезда имеет спутника сравнительно холодного субгиганта. Именно последний при зарождении системы Алголя был главной звездой, не будучи еще субгигантом, а затем потерял значительную часть своей массы.

Среди горячих звезд спектрального класса A есть звезды с особенностями в спектре (Ap) и так называемые «металлические» звезды (Am). И те, и другие очень часто входят в состав двойных систем. По мнению голландского ученого Е. ван ден Хейвеля, существование этих звезд можно понять как следствие эволюции двойной системы, а не одиночной звезды. И. Роксбург (Англия) очень обстоятельно рассказал о самой ран-



Башня 2-метрового телескопа обсерватории в Ондřejове

ней стадии эволюции звезд в двойных системах, когда звезды эти только образуются из диффузной межзвездной материи.

Заметные успехи сделала рентгеновская астрономия благодаря непрерывающимся запускам геофизических ракет со счетчиками рентгеновского излучения в самые внешние части земной атмосферы. Рентгеновская астрономия стала предметом объединенной дискуссии четырех комиссий, под председательством советского астронома С. Б. Пикельнера. Интерес к ней вызван тем, что она имеет дело с необычными космическими объектами. Обычные звезды и межзвездная материя не излучают рентгеновские лучи в заметных количествах. А. Кларку, Г. Фридману и Р. Джиаconi (США) удалось обнаружить уже немало рентгеновских источников. Одни из них многократно подтверждены, как например X-1 Скорпиона (самый мощный из рентгеновских источников), — по видимому, остаток Сверхновой звезды, другие — наоборот, потеряли достоверность. В поясе Млечного Пути обнаружены многочисленные центры рентгеновского излучения, которые можно считать, как и в случае X-1 Скорпиона, остатками вспышек Сверхновых.

Среди внегалактических объектов рентгеновскими излучателями определенно являются скопления галактик в созвездии Волос Вероники и гигантская галактика в Деве M 87, но первое место по мощности излучения в рентгеновском диапазоне занимает знаменитый квазар 3C 273. Его рентгеновское излучение, столь же мощное, как и видимое, ставит перед теоретиками очень трудную зада-

чу — указать механизм излучения в столь грандиозных масштабах. Такое рентгеновское свечение долго продолжаться не может!

Еще одна объединенная дискуссия — «Новейшие проблемы фундаментальной астрометрии» показала, что астрометрия сохраняет в астрономии все свое огромное значение как основа звездных положений и движений, необходимых для установления инерциальной системы координат и выяснения динамики звездной системы. Не удивительно, что в этой дискуссии приняли участие пять комиссий: небесно-механическая, астрометрическая, вращения Земли, движения малых планет и комет, по структуре и динамике галактической системы.

Я не имею возможности рассказать о работе других комиссий съезда и его объединенных дискуссиях по новой технике и заатмосферной астрономии (председатель В. К. Прокофьев), по проблеме лития в звездных и солнечной атмосферах (председатель К. Бём); по внегалактическим радиоисточникам (председатели У. Байдельман и Р. Минковский) — я на них не присутствовал.

На заключительном пленарном заседании 31 августа съезд МАС принял ряд решений по организационным вопросам, выдвинутым финансовой и научными комиссиями. В частности, по предложению Комиссии 27 (переменные звезды) решено оказать финансовую поддержку третьему изданию Общего каталога переменных звезд, который готовится к печати Государственным астрономическим институтом имени П. К. Штернберга и Астрономическим советом АН СССР, и ежегодно субсидировать продолжение работы этих учреждений по каталогизации переменных звезд.

Руководить работой Международного астрономического союза в очередном трехлетию будет Исполком МАС, обновленный, согласно уставу, пере выборами президента, генерального секретаря и трех из шести вице-президентов. Новый состав Исполкома:

президент — О. Хекман (ФРГ), генеральный секретарь — Л. Перек (Чехословакия), его заместитель К. де Ягер (Голландия), вице-президенты — А. Б. Северный (СССР), М. Шварцшильд (США), В. Фрике (ФРГ), М. К. Вайну Банпу (Индия), Л. Граттон (Италия), Ж. Сахаде (Аргентина). Советниками при исполкоме остаются: бывший президент МАС — П. Свингс (Бельгия) и генеральный секретарь — Ж. К. Пекер (Франция).



«Старейшие периодические издания» по астрономии

Число комиссий МАС (38) не изменилось. Из советских ученых председателями комиссий избраны: А. А. Немиро (Комиссия 8), М. Н. Гневышев (12), Г. А. Чеботарев (20), А. Г. Масевич (35). Многие из наших товарищей избраны вице-президентами комиссий и членами оргкомитетов. Список членов МАС пополнился более чем 50 советскими астрономами. Кроме того, некоторые наши товарищи стали членами комиссий — первая ступень членства МАС.

В настоящем очерке никак нельзя обойти молчанием печатный орган съезда — газету «Dissertatio cum Nuncio Sidereo» («Рассуждение к Звездному вестнику»).

Впервые на съезде МАС 1958 г. в Москве советские астрономы стали выпускать печатный орган «Космос», который информировал о работе съезда и был трибуной для выступлений отдельных его членов. Этот пример был повторен на следующих двух съездах. Съездовская газета в Праге — интересное и остроумное издание, содержащее разнообразный материал (от репортажа о заседаниях до шуток и анекдотов). Чешские коллеги пригласили на время съезда для работы в газете профессионалов-журналистов, которые определили ее тон и стиль, в то время как за научным содержанием следил специалист-

астроном — Ж. Грыгар. В шутливой заметке редакция выразила претензию считаться самым старым периодическим изданием, начало которого восходит к И. Кеплеру, откликнувшись брошюрой того же названия на блестящее сочинение Г. Галилея «Sidereus Nuncius» («Звездный вестник»).

Съезды МАС неизменно повторяются каждые три года, привлекая к себе все большее и большее число участников. Это свидетельствует о жизненности и целесообразности таких съездов. Правда, еще на съезде 1961 г. в Бёркли Я. Оорт заметил, что громоздкость съездов становится аргументом против них и что научные совещания должны проходить в гораздо более узком кругу специалистов, а съезды должны быть заменены симпозиумами и конференциями с небольшим числом участников. В последнее время такие конференции организуются все чаще и чаще. Но и они становятся многочисленными, особенно конференции по актуальным вопросам науки. А такое собрание, как съезд МАС, все-таки остается популярным, так как открывает возможности встретиться не только коллегам по узкому профилю. Во всяком случае астрономы решили еще раз собраться через три года на очередном XIV съезде в Англии. А там будет видно...

ПОЗДРАВЛЯЕМ

Редакционная коллегия, авторский коллектив и читатели журнала «Земля и Вселенная» сердечно поздравляют академика В. А. Амбарцумяна с присуждением ему степени почетного доктора Honoris Causa Карлова университета в Праге.

НОВЫЕ КАРТЫ ЛУНЫ НА XIII СЪЕЗДЕ МЕЖДУНАРОДНОГО АСТРОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

Среди материалов, представленных Советским Союзом в Комиссию 17 МАС, была полная карта Луны масштаба 1:5 000 000, охватывающая 95% лунной поверхности. На карте впервые изображены воедино видимое и невидимое с Земли полушария Луны. Карту составили сотрудники Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга и Топогеодезической службы СССР под руководством доктора

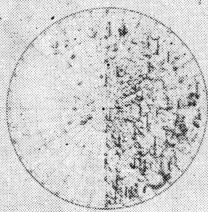
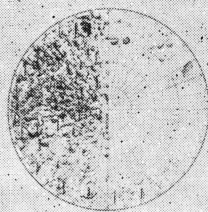
физико-математических наук Ю. Н. Липского.

Исходным материалом для карты послужили первоклассные современные фотографические атласы для видимого полушария и снимки обратной стороны Луны, полученные советскими автоматическими межпланетными станциями «Луна-3» в 1959 г. и «Зонд-3» в 1965 г. В 1959 г. была сфотографирована половина всей лунной поверхности, при этом

примерно 65% заснятой территории расположено на обратной стороне Луны, а 35% — на видимой с Земли. Автоматическая станция «Зонд-3» в 1965 г. практически завершила глобальное фотографирование нашего спутника. Ею было передано изображение 35% невидимой и 50% видимой с Земли лунной поверхности.

Для составления карты необходимо знать координаты некото-

ПОЛНАЯ КАРТА ЛУНЫ



Полная карта Луны (СССР)

рого числа характерных точек по всей картографируемой территории. На видимом полушарии Луны, доступном изучению наземными средствами, существует несколько систем опорных пунктов, координаты которых определены с высокой точностью (ошибки широт и долгот не превышают нескольких минут). Сложным оказалось получение опорных точек для обратной стороны Луны. То, что снимки 1959 и 1965 гг. включают значительную часть поверхности Луны, видимую с Земли, позволило с помощью известных геодезических способов распространить систему координат видимого полушария Луны на ее обратную сторону. Так были получены на обратной стороне Луны твердые точки, ошибки широт и долгот которых не превосходят 1° . В результате по всей поверхности Луны была установлена единая система координат, на основе которой и построена градусная сетка карты Луны.

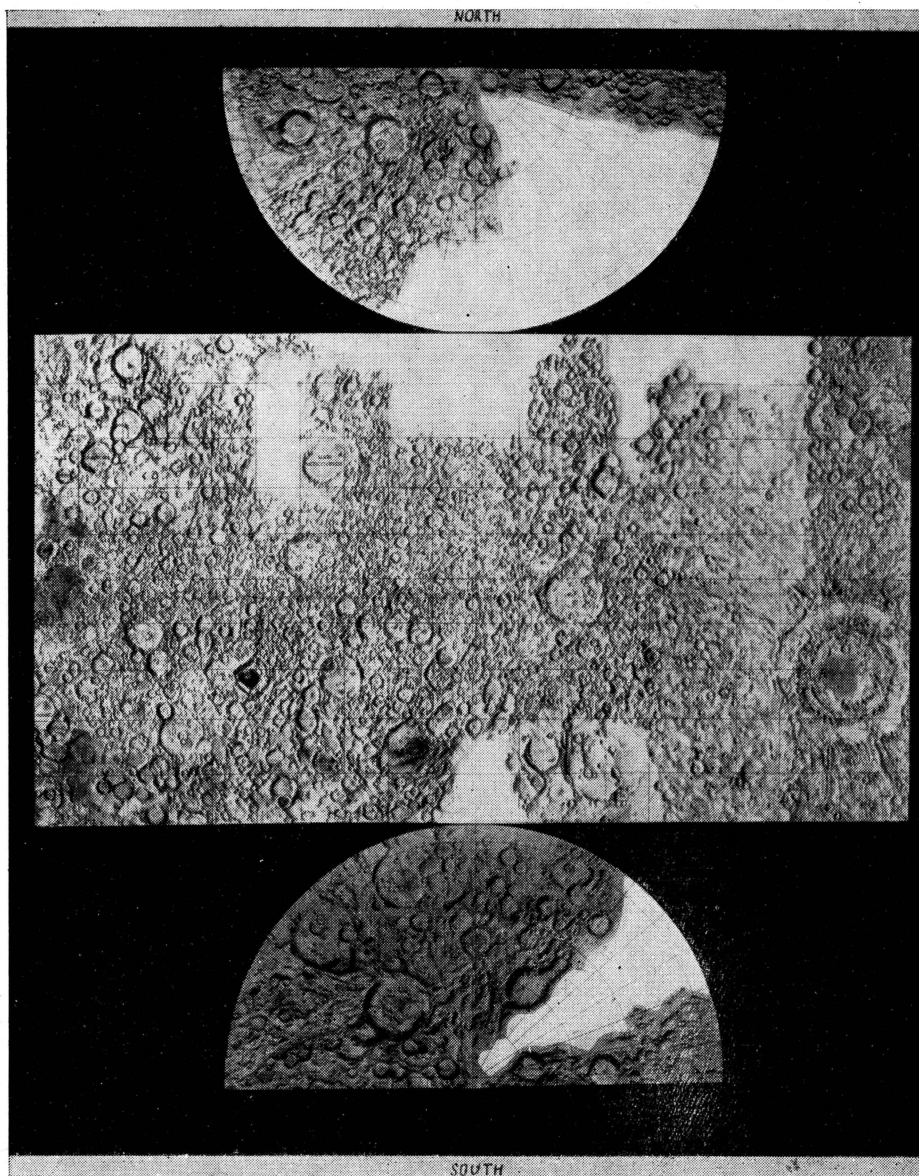
Полная карта Луны — условное изображение на плоскости всей поверхности лунного шара. Как известно, шаровую поверхность невозможно развернуть на плоскости без складок и разрывов. Поэтому при построении карт пользуются разнообразными картографическими проекциями. Изображение картографируемой поверхности во всякой проекции будет иметь искажения, т. е. линии, площади и углы лунной поверхности могут получать некоторые изменения. Чтобы свести к минимуму угловые и линейные искажения, пояс, охватывающий лунный шар по широте от 0 до $\pm 60^\circ$, на карте изображали в произвольной цилиндрической проекции, близкой к проекции Меркатора. Такие проекции обычно применяются при составлении географических, морских и аэронавигационных карт земной поверхности. Карты обзорного характера, например, карты течений ветров, атмосферных осадков, также строятся в этой проекции.

Образование проекции можно пояснить геометрически. Представим себе, что лунный шар сечется цилиндром по параллелям $\pm 30^\circ$, причем полярная ось шара совпадает с геометрической осью цилиндра. Спроектируем дуги меридианов и параллелей на поверхность цилиндра. Точкам на шаре найдутся соответствующие точки на цилиндре. Если теперь сечения цилиндра разрезать по образующей и развернуть на пло-

скости, то получим сетку меридианов и параллелей искомой проекции. Меридианы и параллели изобразятся в виде параллельных прямых, пересекающихся под углом 90° . Расстояния между меридианами пропорциональны разности соответствующих долгот, а между параллелями — меняются с широтой. Масштаб карты в этой проекции равен $1:5\,000\,000$.

Полярные области полной карты Луны отображены в прямой равноугольной азимутальной проекции в масштабе $1:10\,000\,000$. Эти области простираются на 40° от полюсов, обеспечивая 10 -градусное перекрытие с листами карты в цилиндрической проекции.

Карта Луны — рисованная в коричневых тонах (заключение о цвете сделано на основании



Карта обратной стороны Луны (США)

цветных фотографий лунной поверхности). Чтобы сделать формы рельефа более наглядными, было принято, что местность на карте освещена с запада и северо-запада. Высота источника света менялась с таким расчетом, чтобы лучше оттенить каждую деталь, подчеркнуть морфологические и топографические особенности лунной поверхности. Карта Луны состоит из 9 листов и в склеенном виде имеет размеры 205×147 см. На карте приведены списки названий объектов всей поверхности Луны и некоторые справочные данные о Луне.

Новая карта Луны может быть с успехом применена для проектирования космических экспериментов. Геометрическое построение карты позволяет наносить на нее траектории искусственных спутников Луны.

Американская делегация продемонстрировала карту обратного полушария Луны в масштабе

1:5 000 000. Эта карта составлена по материалам станций серии «Лунар Орбитер» и станции «Зонд-3». Уже самое беглое сравнение той области карты, где снимки «Зонда-3» перекрываются со снимками «Лунар Орбитер» между $145-165^\circ$ западной долготы, обнаруживает хорошую согласованность объектов. Сравнение же объектов зоны 1959 г. в первую очередь подтвердило отождествление таких районов, как Море Москвы, кратеры Циолковский, Жюль Верн и, что весьма знаменательно, наряду со многими другими объектами — существование Моря Мечты, контуры которого были ранее выявлены лишь предположительно.

Советские предложения по наименованиям на зону «Зонда-3» и американские — на зону «Лунар Орбитер» по решению Комиссии 17 были переданы для изучения специально созданной Рабочей группе. В нее вошли профессор М. Миннарт (Голлан-

дия), академик А. А. Михайлов (СССР), профессор Д. Мензел (США). Эта группа должна рассмотреть материалы по наименованиям и представить их на утверждение очередного съезда МАС.

На Комиссии 17 обсуждался и был утвержден новый термин для обозначения лунных формаций — **талассонд** или «мореподобный». Талассонды сочетают в себе признаки как морские, так и материковые, являясь огромными впадинами, дно которых ничем не отличается от окружающего континента.

Созданием в СССР полной карты лунной поверхности успешно закончился важный этап в области картографирования Луны. Знаменательно, что карта вышла в свет в канун 10-летия со дня запуска первого искусственного спутника Земли.

**К. Б. ШИНГАРЕВА
В. И. ЧИКАЧЕВ**

Советуем прочитать

НОВАЯ КНИГА О СОЛНЕЧНЫХ ПЯТНАХ

Солнечные пятна по праву считаются наиболее грандиозным и одним из самых загадочных явлений солнечной активности.

Поэтому не случайно подробному описанию солнечных пятен уделяется значительное внимание в монографиях и научно-популярных публикациях по физике Солнца (М. Вальдмайер, Результаты и проблемы исследования Солнца, ИЛ, 1950; Ю. И. Витинский, Прогнозы солнечной активности, Изд-во АН СССР, 1963; Ю. И. Витинский, Морфология солнечной активности, «Наука», 1966; Д. Мензел, Наше Солнце, Физматгиз, 1963; С. Б. Пикельнер, Основы космической электродинамики, Физматгиз, 1961; С. Б. Пикельнер, Солнце, Физматгиз, 1961; «Солнце» — сб. под ред. Дж. Койпера, ИЛ, 1957; А. Б. Северный, Физика Солнца, Изд-во АН СССР, 1956; В. В. Шаронов, Солнце и его наблюдение; М. А. Эллисон, Солнце и его влияние на Землю, Физматгиз, 1959;



К. Ягер, Строение и динамика атмосферы Солнца, ИЛ, 1962). Научно-популярный обзор основных данных о солнечных пятнах содержится в книге Е. П. Левитана «Природа солнечных пятен» («Наука», 1964).

Теперь специалисты-астрономы и многочисленные любители аст-

рономии, занимающиеся солнечными пятнами, с интересом познакомятся с новой большой книгой «Солнечные пятна», написанной талантливыми австралийскими учеными Р. Брейер и Р. Лоухедом. Эту книгу издательство «Мир» выпустило в 1967 г. в переводе с английского Б. А. Иоппы и В. Н. Обридо. Редактор перевода и автор предисловия — В. Е. Степанов. Книга Р. Брейя и Р. Лоухеда состоит из восьми глав: «Исторический обзор», «Экспериментальные методы большой разрешающей силы», «Морфология отдельного солнечного пятна», «Физические условия в солнечных пятнах», «Магнитные поля одиночных солнечных пятен», «Основные свойства групп солнечных пятен», «Солнечные пятна и центры активности», «Магнито-гидродинамические теории происхождения солнечных пятен и цикла солнечной активности». В одном из разделов последней главы рассматривается магнитная активность других звезд. Каждая глава завершается библиографией. В книге достаточно широко освещены оригинальные работы советских исследователей Солнца.

Физика и динамика метеоров

После закрытия XIII съезда Международного астрономического союза (МАС) в живописном курортном городке Татранска-Ломница в Верхних Татрах (Чехословакия) с 4 по 9 сентября состоялся научный симпозиум по физике и динамике метеоров, в котором приняли участие 70 ученых из Австралии, Англии, ГДР, Италии, Канады, СССР, США, Франции, Чехословакии, Швеции, Японии и других стран. Советский Союз на симпозиуме представляли доктор физико-математических наук В. В. Федынский, Б. Ю. Левин, Т. Н. Назарова, член-корреспондент АН ТаджССР П. Б. Бабаджанов, кандидаты физико-математических наук О. И. Белькович, В. А. Бронштэн, К. В. Костылев, Е. Н. Крамер, В. Н. Лебединец, Л. Н. Рубцов, В. В. Сидоров, аспирант А. Н. Симоненко.

Программа симпозиума включала 10 обзорных и 40 научных докладов. Обзорные доклады были сделаны крупнейшими специалистами по метеорной астрономии. Бывший председатель комиссии 22 МАС (по метеорам) П. Миллман (Канада) рассказал о результатах исследований радиометеорных эхо. Доклад сопровождался демонстрацией типичных случаев отражений от метеорных следов и носил в значительной степени методический характер.

Выступление вновь избранного председателя метеорной комиссии Эд. Цеплехи (Чехословакия) было посвящено достижениям метеорной спектроскопии. Этот метод исследования метеоров в последнее время успешно развивается. Недавно в Советском Союзе были получены первые спектры устойчивых следов метеоров. За последние три года очень хорошие спектры метеоров и их хвостов были получены в Чехословакии, Канаде и США. Развивается теоретическая интерпретация метеорных спектров, и немалая заслуга в этом принадлежит самому Цеплехе. Возникли новые проблемы: о происхождении зеленой «запрещенной» линии полярных сияний в метеорных спектрах, о наличии линий стронция и бария (и их ионов), о природе вспышек и другие. В следующем докладе П. Миллман сравнил все виды спектров верхней атмосферы: полярных сияний, свечения ночного неба, метеоров, их следов и даже свечения при входе в плотные слои атмосферы возвращающихся ракет и искусственных спутников.

Обзор по физической теории метеоров сделал А. Кук (США). К сожалению, в этом обзоре не были отражены многие новые исследования в данной области, в частности, работы советских ученых, относящиеся к процессам дробления метеорных

тел, абляции, а также к движению в атмосфере крупных метеоритоподобных тел.

О распределении орбит метеоров по радиолокационным наблюдениям рассказал В. Н. Лебединец*. Докладчик использовал обширнейший материал: 12 500 орбит метеоров, определенных по радионаблюдениям в Харьковском политехническом институте; 3 500 из них принадлежат к 195 потокам, остальные — спорадические. Сравнение «радарных» и «фотографических» орбит показывает различие в характере движения крупных и малых метеорных тел в солнечной системе. Наклонения орбит большей части спорадических метеоров бывают любые — от 0 до 180°, у потоков преобладают малые наклонения. Основным источником тех и других являются кометы, «запас» которых в солнечной системе (несмотря на постоянное их разрушение) заметным образом не убывает.

Орбиты фотографических метеоров ярче — 5-й звездной величины (а следовательно — довольно крупных метеорных тел) подверглись анализу в докладе Р. МакКроски (США). Большинство орбит близко к астероидальным (в афелии они не

* Тема доклада явилась частью докторской диссертации В. Н. Лебединца, которую он с успехом защитил через месяц после симпозиума.



Участники Симпозиума по физике и динамике метеоров

заходят дальше орбиты Юпитера и имеют сравнительно малые отклонения), но отличаются от типичных астероидов довольно большими эксцентриситетами (0,5—0,8), ибо иначе невозможна их встреча с Землей.

Очень интересный доклад о космической пыли в межпланетном пространстве сделал Т. Кайзер (Англия). В нем были собраны и критически рассмотрены результаты оптических и радиолокационных наземных наблюдений и измерений метеорного вещества, проводившихся на искусственных

спутниках в межпланетных станциях между орбитами Венеры и Марса, а также наблюдения зодиакального света.

Об исследованиях метеорной пыли с ракет и спутников, выполненных в СССР, рассказала Т. Н. Назарова.

Л. Кресак (Чехословакия) посвятил свое выступление проблеме структуры и эволюции метеорных роев. Он обобщил обширные данные по структуре десяти больших и многих малых метеорных потоков (в том числе недавно опубликованные орбиты 188 малых пото-

ков, полученные из радиолокационных наблюдений Б. Л. Кащеевым, В. Н. Лебединцом и М. Ф. Лагутиным). Были рассмотрены различные эффекты, определяющие эволюцию метеорных роев. Вековые возмущения от планет приводят к значительным изменениям элементов орбиты потока. Л. Кресак подчеркнул значение исследования возмущений орбиты Леонид за последние 300 лет, выполненные группой советских ученых: Е. И. Казимирчак-Полонской, Н. А. Беляевым, И. С. Астаповичем, А. К. Терентьевой. Впрочем,

результаты этой работы были сообщены в специальном докладе и вызвали оживленную дискуссию*.

Любопытный критерий принадлежности метеоров к потоку, позволяющий отличать их от спорадических, был предложен Р. Сауэртотом (США). Если представить себе некое пятимерное пространство, координатами которого служат элементы орбиты метеора, то «расстояние» в нем между двумя метеорами должно быть меньше некоторого заданного значения, чтобы можно было отнести эти метеоры к одному потоку. В противном случае они принадлежат к разным потокам или являются спорадическими.

О происхождении метеорного вещества рассказал

один из ветеранов метеорной астрономии — Ф. Уиппл (США). Метеорный комплекс постоянно обновляется. Взаимные столкновения частиц и эффект Пойнтинга — Робертсона (торможение световым давлением) постепенно вычерпывают метеорное облако, и для его поддержания требуется непрерывное пополнение. Основным источником пополнения облака являются кометы; запас более крупных тел поддерживается за счет столкновения и распада астероидов. Средняя продолжительность жизни одной малой частицы составляет около 170 000 лет.

Советские ученые на симпозиуме выступили с четырнадцатью обзорными и научными докладами и приняли активное участие в общей дискуссии, проведенной в последний день симпозиума.

Большой интерес для советских астрономов-метеороидов представило посещение чехословацких observa-

торий в Ондражейове, Скалнате Плесо и Ломницком Шите. В Ондражейове и Скалнате Плесо успешно работают метеорные патрули, «камеры всего неба», спектральные аппараты. Для обработки метеорных фотографий используется машина «Аскорекорд», где многие операции автоматизированы. После наведения на измеряемую точку результаты измерения автоматически записываются на бумаге и на перфоленте, которая может быть введена в электронно-счетную машину, где и выполняется обработка измерений.

Между советскими и зарубежными коллегами установились хорошие, дружеские отношения. Будем надеяться, что международные связи будут продолжены и расширены, и исследование метеорной материи будет успешно развиваться как теоретически, так и наблюдательными методами.

В. А. БРОНШТЭН,
кандидат физико-математических наук

* Доклады Т. Кайзера и Л. Кресака по согласованию с докладчиками будут опубликованы в 1968 г. в журнале «Земля и Вселенная».



НАГРАЖДЕНИЕ СОВЕТСКОГО УЧЕНОГО

На XIX сессии Исполнительный комитет Всемирной метеорологической организации (ВМО) принял решение о том, что ежегодная награда ВМО за научную деятельность в 1967 г. присуждается профессору К. Я. Кондратьеву (СССР). В постановлении отмечаются заслуги К. Я. Кондратьева в области физики атмосферы и метеорологических исследований, проводимых при помощи ракет и искусственных спутников. Отмечаются также его известные труды по солнечной радиации, радиационному балансу и переносу тепла инфракрасной радиацией. Профессор К. Я. Кондратьев — ректор Ленинградского университета, где он возглавляет также кафедру физики атмо-

сферы, и председатель Комиссии по радиационным процессам Секции метеорологии Советского геофизического комитета.

«Weather», 7, 1967, 303.

ПОПУЛЯРНОСТЬ СОВЕТСКОГО «АТЛАСА АНТАРКТИКИ»

Американское географическое общество, учитывая интерес зарубежной научной общественности, опубликовало полный перевод на английский язык текстовой части I тома советского «Атласа Антарктики». Этот перевод занимает специальный двоянный номер журнала «Soviet Geography: Review and Translation» (vol. VIII, Nos. 5—6, May—June 1967).

СОЗДАНИЕ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И ГЕОХРОНОЛОГИИ ДОКЕМБРИЯ

В составе Отделения наук о Земле Академии наук СССР на базе Лаборатории геологии докембрия организован институт. Среди многих направлений научной деятельности института — изучение древнейшей органической жизни, создание геохронологической шкалы докембрия, исследование ядерных процессов в земной коре и метеоритах, а также многие другие проблемы. Директором Института геологии и геохронологии докембрия назначен доктор геолого-минералогических наук К. О. Кратц.

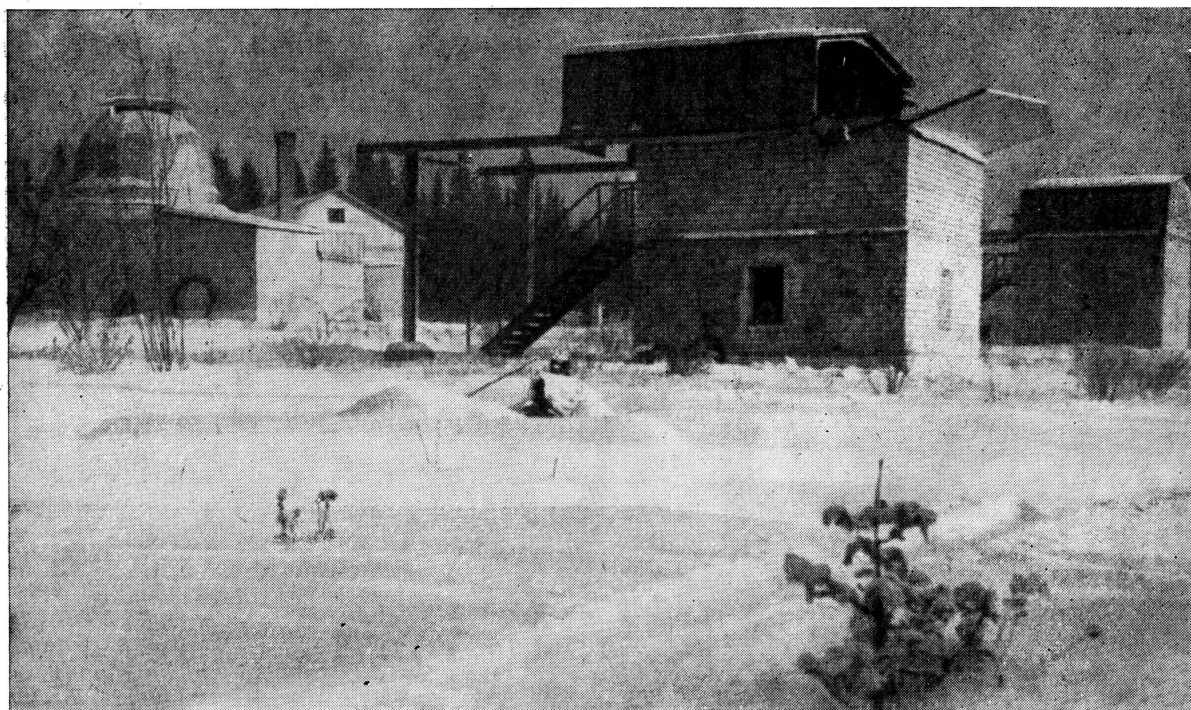
«Вестник Академии наук СССР», 8, 1967.

Самая восточная в Европе

*К. А. БАРХАТОВА,
заведующая кафедрой астрономии
и геодезии Уральского университета*

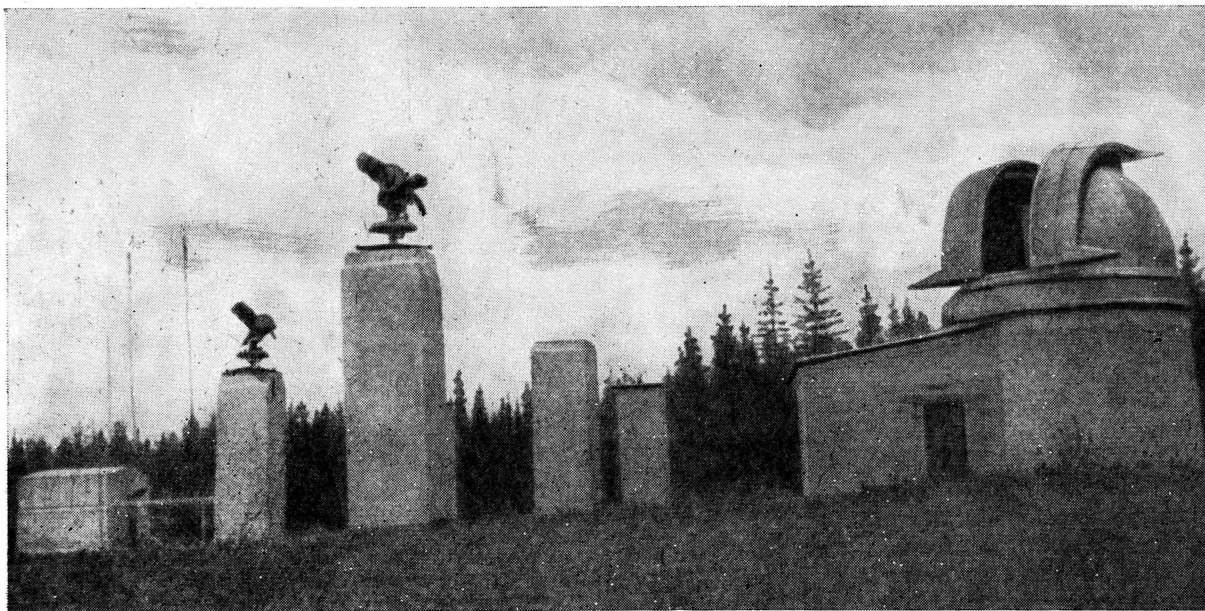
В 1964 г. вступила в строй Коуровская астрономическая обсерватория Уральского университета, расположенная в живописной местности на берегу реки Чусовой. Граница

между Европой и Азией проходит всего лишь в 40 км к востоку от обсерватории. Это самое восточное научно-астрономическое учреждение в Европе и пока единственное не только



Павильоны Коуровской обсерватории

Фото Б. Катникова



Площадка для переносных инструментов и башня 45-сантиметрового рефрактора

Фото Е. Бирюкова

на Урале, но и на всей обширной территории от Казани до Иркутска.

История систематических астрономических наблюдений на Урале начинается со времени, когда в Свердловске по Декрету от 19 октября 1920 г., подписанному В. И. Лениным, был создан Уральский университет. В 1932 г. в Университете организуется физико-математический факультет всего лишь с двумя кафедрами, одной из которых была кафедра астрономо-геодезии и гравиметрии. Тогда же строится и учебная астрономическая обсерватория. Ее создателем и первым заведующим кафедрой астрономии был доцент Сергей Владимирович Муратов. До переезда в Свердловск С. В. Муратов работал в Ленинградском институте имени П. В. Лесгафта, откуда он и принес с собой замечательные традиции астрономических наблюдений. Страстный энтузиаст астрономии, он за короткое время сплотил вокруг себя студентов — любителей астрономии, силами которых и создавалась обсерватория при Университете.

Обсерватория была оборудована небольшими самодельными инструментами, изгото-

товленными по чертежам С. В. Муратова в механической мастерской Университета. Самый крупный в то время инструмент — 5-дюймовый рефрактор и сейчас еще используется для любительских наблюдений. В тесных помещениях обсерватории и кафедры кипела жизнь. Однако наблюдения тогда еще имели чисто любительский характер либо проводились в рамках учебного практикума. Большим событием для молодого коллектива астрономов было полное солнечное затмение 19 июня 1936 г. В район Петропавловска отправилась экспедиция, в состав которой вошли и студенты.

В 1937 г. заведовать кафедрой астрономии пригласили профессора Казанского университета Авенира Александровича Яковкина, ныне член-корреспондента АН УССР, крупнейшего специалиста в области изучения фигуры Луны. На кафедре появилась талантливая молодежь, в том числе аспиранты В. Д. Усов и Г. М. Воскобойников. В. Д. Усов в 1942 г. погиб на фронте. Его работа «Об определении параболических орбит» впоследствии получила широкое признание. Г. М. Воскобойников долго работал на Севере

и в настоящее время заведует лабораторией математической геофизики в Институте геофизики Уральского филиала АН СССР.

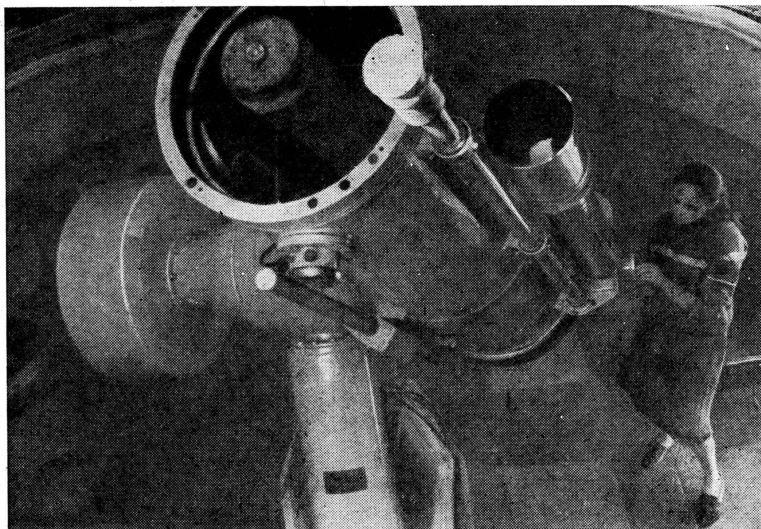
В годы Великой Отечественной войны сотрудники кафедры астрономии оказывали большую помощь производству. В частности, по проектам профессора А. А. Яковкина были созданы автоматические аэронавигационные приборы.

После отъезда в 1946 г. профессора А. А. Яковкина в Киев и смерти С. В. Муратова (1949 г.) подготовка специалистов по астрономии в Университете временно прекратилась. Кафедра астрономии была объединена с кафедрой теоретической механики.

Новый этап в развитии астрономических работ в Уральском университете наступил после запуска первого искусственного спутника Земли. В Университете была организована астрономическая группа, в которую вошли студенты физики и математики. В 1958—1959 гг. инструменты учебной обсерватории были перенесены в новые павильоны, сооруженные на Обсерваторской горе, так как старая обсерватория пришла в ветхое состояние и оказалась окруженной высокими зданиями.

В 1961 г. в Уральском университете, также как и в других университетах страны, была вновь открыта кафедра астрономии, возрождена подготовка специалистов по астрономии и астрономо-геодезии. В Уральском университете появились новые лаборатории астрофизики, звездной астрономии, астрометрии, геодезии, фотограмметрии, оснащенные современным оборудованием. При создании лабораторий большую организационную и техническую помощь оказали Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга, Астрономический совет АН СССР, Главная астрономическая обсерватория АН СССР (Пулково).

С января 1963 г. началось строительство загородной астрономической обсерватории в Коуровке. В выборе места для будущей обсерватории важную роль сыграли исследова-



Телескоп-рефлектор. Главное зеркало параболическое с диаметром 450 мм. Фокусные расстояния: в главном фокусе 2 м; в фокусе Ньютона — 2 м; в фокусе Кассегрена — 10 м; в фокусе Куде — 20 м. Поле зрения в главном фокусе — $1^{\circ}08'$, в фокусе Кассегрена — $20'$. У инструмента — В. А. Кузьмина

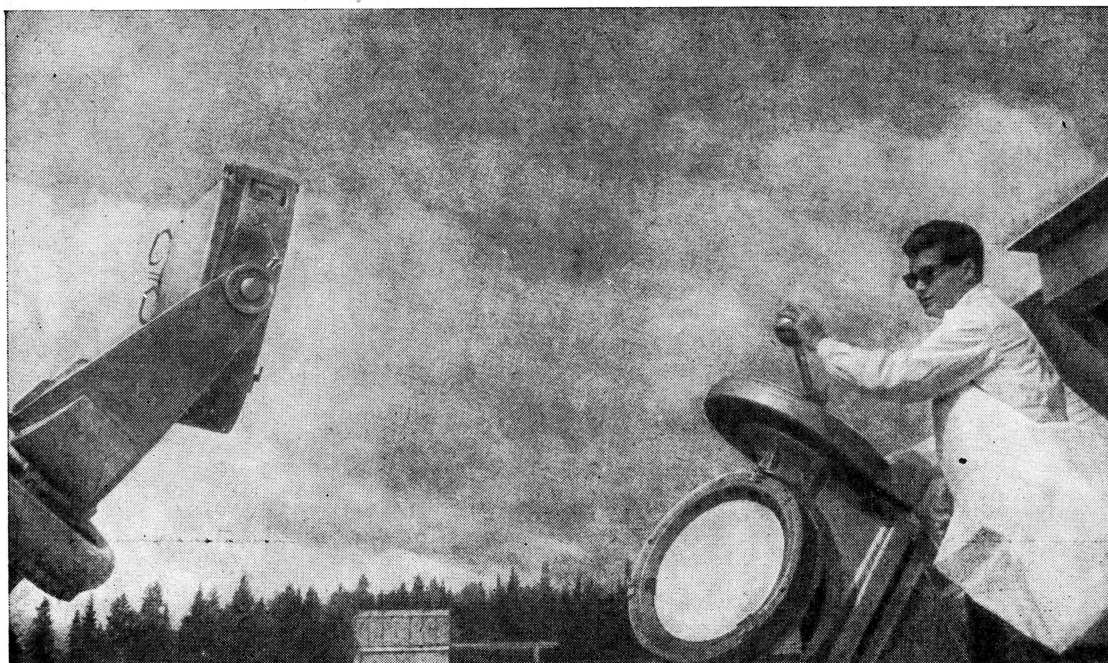
Фото Е. Бирюкова

ния астроклимата, выполненные в районе Коуровки во время экспедиции по наблюдению полного солнечного затмения 15 февраля 1961 г. В 1965 г. строительство обсерватории завершилось. За два года было построено несколько павильонов, лабораторный корпус и жилой дом.

Сейчас все монтажные работы закончены, проводится исследование инструментов, начались уже и систематические наблюдения.

Главные инструменты обсерватории — 45-сантиметровый рефлектор и солнечный телескоп. Сконструированный специально для университетских обсерваторий 45-сантиметровый рефлектор позволяет проводить разнообразные наблюдения в одной из четырех оптических систем (главном фокусе, фокусах Ньютона, Кассегрена, Куде). Управление телескопом автоматизировано. Исследования инструмента показали, что в главном фокусе при часовой экспозиции можно сфотографировать звезды $16^m,5$.

Горизонтальный солнечный телескоп с диаметром целостатного зеркала 440 мм размещен в хорошо вентилируемом павильоне с зачерненными стенами. Телескоп снабжен двумя дифракционными спектрографами для работы в одной из двух оптических систем



Сотрудник обсерватории А. М. Куманцев у целостата горизонтального солнечного телескопа
Фото Е. Бирюкова

(Ньютона или Кассегрена). Управление телескопом тоже полностью автоматизировано.

Кроме этих инструментов на обсерватории установлены также 20-сантиметровый рефрактор и пассажный инструмент. Организованы лаборатории службы времени, звездной астрономии, астрофизики.

Основные направления научной работы сотрудников кафедры и обсерватории — звездная астрономия, астрофизика и физика Солнца.

Среди работ в области звездной астрономии ведущее место занимает начатое еще в 1944 г. и ставшее уже традиционным для обсерватории изучение рассеянных звездных скоплений. За последние 10 лет по этой теме выполнено свыше 40 работ, в которых изучены и систематизированы всевозможные свойства рассеянных скоплений, отражающие историю их развития (диаграммы цвет — светимость, функции светимости, функции цвета, пространственно-кинематические и структурно-динамические характеристики). Были изданы четыре тома Атласа диаграмм цвет — звездная величина для рассеянных

звездных скоплений. Опубликованы также карты скоплений и каталоги входящих в них звезд. В основу их положены более чем 500 фотографий, по которым определены звездные величины и цвета 25 000 звезд.

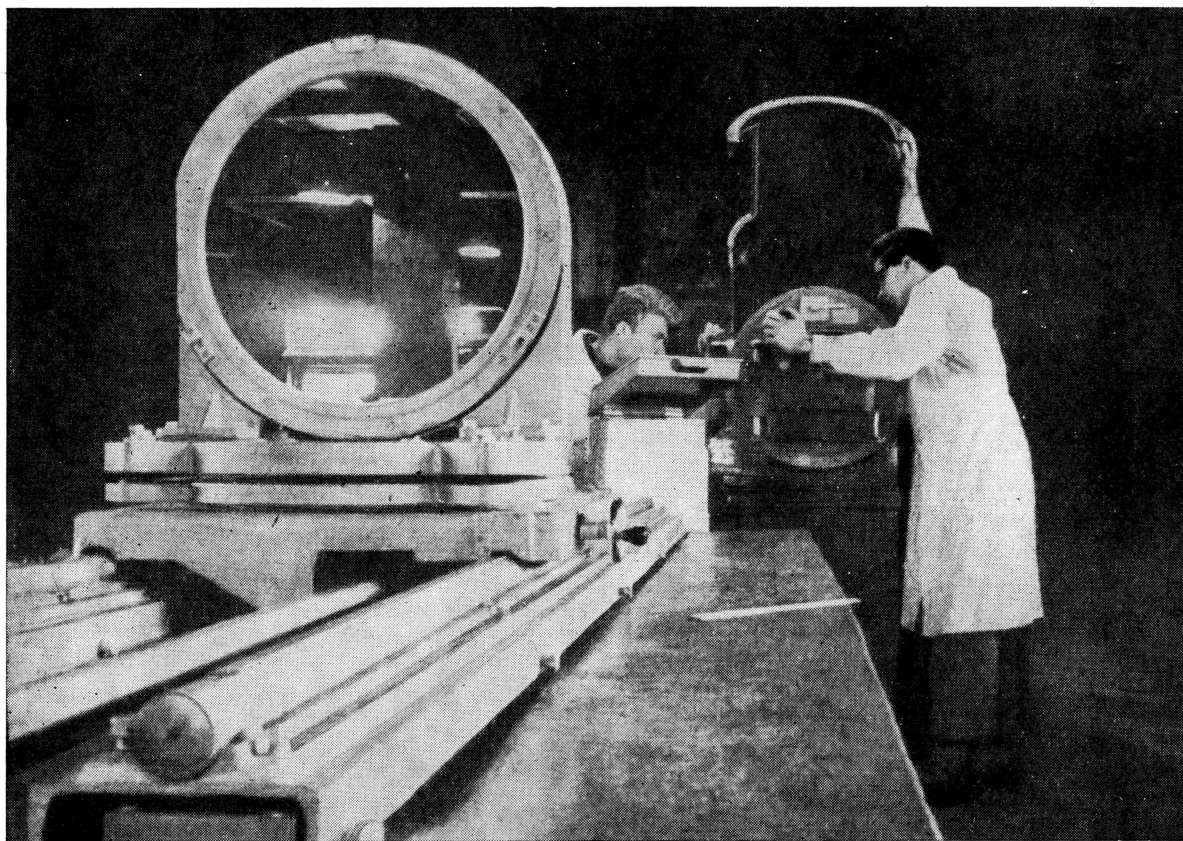
За последние годы особое внимание уделялось исследованию рассеянных звездных скоплений, расположенных на больших расстояниях от плоскости Галактики. Впервые были изучены такие скопления как NGC 188 и NGC 6819, оказавшиеся наиболее старыми представителями этих объектов. Диаграмма цвет — звездная величина у этих скоплений напоминает аналогичные диаграммы для шаровых скоплений. Однако у скопления NGC 188, помимо последовательности красных гигантов, обнаружено большое количество ярких, но менее красных, чем гиганты, звезд. Занимаемая ими на диаграмме область отвечает вверх от главной последовательности. Это противоречит современным теориям эволюции скоплений подобного типа. Исследование функции светимости подтверждает реальность существования в скоплении NGC 188 таких звезд.

Проблема звездной эволюции вызвала интерес к изучению кратных скоплений. Подробному исследованию на обсерватории подверглись скопления, образующие на небе группы в созвездиях Кассиопеи и Персея. На основании изучения их характеристик удалось установить, что скопления, входящие в эти группы, физически связаны друг с другом.

Ведется также работа по обнаружению и изучению переменных звезд в старых скоплениях.

Другая важная область в работах уральских астрономов — исследование двойных звездных систем. Материалом для этих исследований служат собственные наблюдения на 20-сантиметровом рефракторе и наблюда-

тельные данные других обсерваторий. Например, тщательное исследование так называемых широких пар (у которых расстояние между звездами находится в пределах от $3''$ до $30''$) выполнено по фотопластинкам Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга. Другой класс двойных систем — затменные переменные — до недавнего времени изучался, преимущественно статистически, по составленному в обсерватории каталогу. Сейчас начались и собственные наблюдения отдельных затменных переменных звезд, в частности, изучение их блеска в двух областях спектра. В ближайшее время на 20-сантиметровом рефракторе обсерватории будут проводиться фотоэлектрические исследования затменных систем с



Сотрудники обсерватории Ф. Г. Рожавский (слева) и А. М. Куманцев в павильоне горизонтального солнечного телескопа. Диаметр изображения Солнца 55 см (в фокусе Кассегрена) и 16 см (в фокусе Ньютона). В фокусе Кассегрена установлен дифракционный спектрограф с дисперсией 6 Å/мм, в фокусе Ньютона — дифракционный спектрограф с дисперсией 2,4—9,5 Å/мм

Фото Е. Бирюкова

газовыми потоками. Начаты и теоретические исследования эволюции двойных звезд под руководством профессора Д. Я. Мартынова.

Внимание уральских астрофизиков привлекли горячие звезды — сверхгиганты. Крымская астрофизическая обсерватория любезно предоставила снимки спектров этих звезд, полученные при помощи спектрографов, установленных на 1,25- и 2,6-метровых телескопах. В результате спектрографических и спектрофотометрических исследований удалось установить, что обычные сверхгиганты проявляют некоторые свойства, которые ранее считались характерными только для звезд, находящихся в кризисном состоянии (например, для цефеид).

Для наблюдений Солнца условия в Коуровке довольно благоприятны. Например, за наблюдательный сезон 1966 г. (весна — осень) было 120 ясных дней. Обсерватория находится далеко от крупных промышленных предприятий, загрязняющих воздух.

Наблюдения Солнца на солнечном телескопе еще не полностью развернуты: не закончены исследования и частичная модернизация инструмента. Но уже сейчас на нем изучаются линии ионизованных элементов в спектрах солнечных пятен и движение вещества в пятнах (эффект Эвершеда), ведется служба магнитных полей солнечных пятен. Расщепление спектральных линий в магнитном поле пятна пока наблюдается на нашей обсерватории визуально, но скоро для этого будут применяться фотографический и фотоэлектрический методы. Сведения о магнитных полях пятен регулярно пересылаются в Мировой центр солнечных данных. В организации начавшихся наблюдений большую помощь оказали профессор В. А. Крат и Г. Ф. Вьяшин. После окончательного ввода в строй солнечного телескопа тематика работ по физике Солнца и изучению солнечно-земных связей значительно расширится.

В связи с тем, что полоса полного солнечного затмения 2 сентября 1968 г. пройдет недалеко от Свердловска, на обсерватории го-

товится большая программа спектральных и фотографических наблюдений. Для этого будут использованы стационарное оборудование обсерватории и разнообразные экспедиционные приборы.

В программу работ обсерватории входят и астроклиматические наблюдения. Они также проводятся на солнечном телескопе. Уже накоплен материал о качестве изображений в дневное время, о коэффициентах прозрачности в разных длинах волн. В этом году программа работ будет увеличена, наблюдения будут вестись и на других инструментах обсерватории.

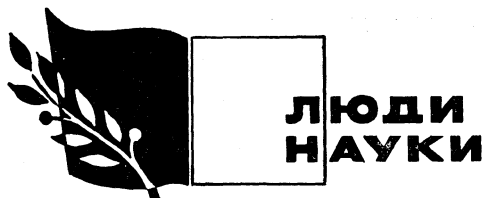
Большим событием для уральских астрономов явился XV пленум Комиссии по переменным звездам Астрономического совета АН СССР, который состоялся в Свердловске в июне 1966 года. В его работе приняли участие более 100 сотрудников астрономических учреждений Советского Союза. Пленум был посвящен изучению переменных звезд в звездных скоплениях и ассоциациях, а также затменных переменных звезд.

Ежегодно обсерватория издает сборник выполненных работ и своими изданиями обменивается с другими астрономическими учреждениями мира.

Сотрудники обсерватории и студенты-астрономы часто проходят стажировку в Крыму, Абастумани, Бюракане, Пулкове, Москве, Алма-Ате, Одессе.

Большое внимание уральские астрономы уделяют пропаганде научных знаний среди населения.

На обсерватории работает постоянный штат сотрудников. Коллектив обсерватории в основном молодежный: средний возраст сотрудников 24—28 лет. По времени возникновения и возрасту сотрудников Коуровская обсерватория, пожалуй, самая молодая. Перед ее коллективом стоят увлекательные и важные задачи, и можно выразить уверенность, что многие из них будут успешно решены с помощью ведущих обсерваторий Советского Союза.



Федор, Алексеев сын, Семенов — курский астроном

Г. П. ЛОГИНОВА
В. Г. СЕЛИХАНОВИЧ,
кандидат технических наук

22 января 1846 г. петербургская газета «Северная пчела» сообщила о выступлении Д. Араго на заседании Парижской академии наук. Знаменитый французский астроном объявил, что затмение Солнца 1842 г. было последним видимым в Европе в течение XIX столетия. Чтобы увидеть полное солнечное затмение 1851 г., нужно будет ехать в Северную Америку или Сибирь. Затмение Солнца 1861 г. будет видно только в Сахаре, а затмение 1870 г. — в Алжире.

Вскоре после этого на страницах провинциальной газеты «Курские губернские ведомости» появилась статья «Замечания на вычисления о полных солнечных затмениях, представленные Парижской академией наук». В статье говорилось: «Вычисления эти совершенно противоположны моим вычислениям, и хотя многие, быть может, почтут непростительной смелостью с моей стороны восстать против такого великого авторитета, каким пользуется г. Араго, но... я считаю предосудительным для пользы науки хранить молчание в столь важном случае, а потому имею честь со своей стороны объявить, что полные солнечные затмения в текущем столетии, согласно сделанным мною вычислениям, будут видимы и в Европе, а именно: первое в 1851 г. июля 16 дня; второе в 1887 г. августа 7 дня; третье в 1896 г. июля 28 дня; четвертое в 1900 г. мая 15 дня...». Указав районы, в которых

можно будет наблюдать затмение, автор продолжает: «...а потому нам, жителям Северного полушария, вовсе не нужно будет переплывать моря и океаны, чтобы видеть это изумительное явление механики небесной. Итак, четыре указанных затмения должны решить, кем исчисление сделано правильной: мы ли на чистом небе дня встретим дивные мириады звезд или жители других частей света не в привычное время увидят их вечно стройное течение». Подпись под статьей гласила: курский гражданин Федор Семенов.

Автором статьи, решившимся «восстать против великого авторитета», был замечательный русский самоучка — астроном, метеоролог, оптик и механик Федор Алексеевич Семенов или, как он себя именовал, расписываясь на официальных бумагах, «Федор, Алексеев сын, Семенов — курский астроном».

Свои замечания Ф. А. Семенов в 1846 г. опубликовал также в «Северной пчеле» и в «Journal de S.-Petersbourg». Есть свидетельство, что после этого Араго в печати извинился перед Семеновым за свою ошибку, объяснив ее тем, что он лично не проверил вычисления своих ассистентов. Говорили в то время и о том, что Араго собственноручно написал по этому поводу письмо Ф. А. Семенову. Так это было на самом деле или нет? — Не столь уж важно. После затмения

1851 г. стало окончательно ясно, что в научном споре прав оказался русский ученый-самоучка.

О своем трудном пути в науку Ф. А. Семенов поведал в автобиографическом очерке.

20 апреля 1794 г. в городе Курске у купца Алексея Никоновича Семенова родился сын Федор. Когда мальчик подрос, его отдали учиться «на медные деньги». Учителя Федора — полуграмотные дьячки — часто менялись. Только последний, наиболее грамотный из учителей, научил его, наконец, чтению, письму и таблице умножения, и, закончив курс обучения, сказал: «Федор, я тебе сообщил все то знание, которое сам имею, и теперь у меня тебе перенять нечего, а если я буду брать у отца твоего попустому деньги, это неприлично честному человеку, а потому скажи ему, чтобы он тебя уволил от ученья и занимал бы делами, которые званию вашему приличны» *. С одиннадцати лет отец стал приучать его к торговому делу.

Весной и летом Федор разъезжал вместе с приказчиками отца по украинским ярмаркам, покупая скот; зимой ездил на Дон и в Таганрог за рыбой; осенью помогал бить скот на бойне. Между тем мечты мальчика были далеки от этих занятий. Жажда знания не давала ему покоя: он набрасывался на любую книжку, попадавшуюся ему под руку. Однажды в 1806 г. Федор увидел «Месяцеслов» на 1802 год — справочник, издававшийся Петербургской академией наук. В нем он прочел статью о затмениях и впервые узнал, что в природе происходят солнечные и лунные затмения и что время их наступления можно предсказывать наперед.

31 июля 1813 г., находясь в Киеве по делам торговли, юноша впервые сам наблюдал лунное затмение. Оно произвело на него столь сильное впечатление, что Ф. А. Семенов заинтересовался астрономией.

Небольшие карманные деньги, получаемые от отца для поездок на ярмарки, Ф. А. Семенов тайком от него тратил на книги. Сначала он выписал из Москвы «Астрономию» Д. Фергесона, затем обзавелся «Астрономией» Ж. Лаланда, состоявшей из двенадцати книг, и принялся читать их от корки до корки. Однако очень скоро он убе-



Ф. А. Семенов (1794—1860)

дился, что ничего не может понять из-за отсутствия знаний по математике. Не раздумывая долго, он решает изучить по книгам математику с самых азов. Для неподготовленного девятнадцатилетнего юноши это был огромный труд. Начав с арифметики и геометрии, он переходит к алгебре и тригонометрии и кончает «Полным курсом математики» Э. Безу. После этого книги Ж. Лаланда не только сделались понятны молодому человеку, но даже перестали его удовлетворять, так как в них не было астрономических таблиц, а ему уже хотелось самому производить наблюдения. По книге П. Я. Гамалея «Теория и практика кораблевождения» он познакомился с новейшими для того времени приемами астрономических наблюдений и способами точных вычислений. Но для собственных наблюдений у него не хватало инструментов (квадрант и солнечные часы с приспособлением для измерения азимутов он изготовил сам, но этого оказалось мало). Зато астрономические вычисления были ему доступны, и он принимается за составление таблиц движения различных планет и Луны.

Родителям не нравилось пристрастие сына к книгам. Сначала они только бранили

* Автобиография курского астронома-любителя Федора Алексеевича Семенова. Пг., 1920, стр. 34.

его и запрещали читать, потом стали отбирать книги и запирали их под замок. Федору приходилось скрывать свои занятия и прятать книги, хотя в небольшом доме, где жила семья Семеновых, делать это было почти невозможно. Тогда родители на семейном совете решили «выбить дурь из головы парня» — женить его! Для «полоумного, который ночи не спит и смотрит на небо», с трудом нашли невесту, и в 1815 г. была отпразднована свадьба.

К этому времени здоровье отца Ф. А. Семенова ухудшилось, и он вынужден был передать все дело по торговле сыну. Федор Алексеевич выполнил волю родителей, упрощив только не стеснять его занятий науками.

Весь 1816 г. Ф. А. Семенов посвятил изучению физики. Для опытов ему понадобились физические приборы, но денег на их покупку не было. Тогда, научившись столярному и слесарному мастерству, он изготовил токарный станок и, пользуясь книгами, соорудил две электрические машины, сделал барометры, термометры и другие приборы.

В этом же году Федор Алексеевич случайно познакомился со своим земляком Н. А. Полевым, впоследствии известным историком и литератором, издателем передового для своего времени журнала «Московский телеграф». Н. А. Полевой в 1818 г. прислал Ф. А. Семенову десять томов «Месясцеслова», пользуясь которыми он начал составлять таблицы затмений Солнца и Луны.

После смерти отца Федор Алексеевич полностью отдается научным занятиям. В мезонине своего дома он устроил физическую и химическую лаборатории и астрономическую обсерваторию, однолинзовый рефрактор для которой изготовил сам. В 1823 г. он самостоятельно соорудил специальный шлифовальный станок для обработки оптических стекол и затем в течение двух лет вытачивал на нем линзы для рефрактора. Ему удалось построить телескоп с 40-кратным увеличением. Труба рефрактора длиной 6 футов (1,8 м) была сделана из картона. При помощи инструмента Ф. А. Семенов впервые обозрел небо и стал наблюдать Луну, Юпитер и другие планеты. Радости его не было предела! На основании собственных наблюдений он исправил составленные ранее таблицы.

В 1829 г. Ф. А. Семенов посетил Москву, где Н. А. Полевой познакомил его с известными профессорами университета Д. М. Перовицким, М. Г. Павловым, М. П. Погодиным, С. Т. Аксаковым и др. Д. М. Перовицкий и М. Г. Павлов пригласили его на свои лекции по астрономии и физике. Д. М. Перовицкий подарил ему секстант и книги по астрономии, среди которых оказались редкие издания солнечных таблиц Ж. Деламбра и лунных таблиц И. Бюрга. С этого времени окончательно определилось направление и содержание научной деятельности Ф. А. Семенова. Астрономия стала целью его жизни.

В 1830 г. в журнале «Московский телеграф» появилась первая научная статья Ф. А. Семенова о лунном затмении 1831 г. В следующем году «Московский телеграф» опубликовал статью Ф. А. Семенова, в которой подробно рассказывалось о большом метеорном дожде Леонид (1 ноября 1832 г.). В 1840 г. на основании своих вычислений Ф. А. Семенов, первый из русских астрономов, заявил в «Курских губернских ведомостях» о предстоявшем через два года полном солнечном затмении. Он наблюдал это затмение в Курске вместе с Д. М. Перовицким.

Научная деятельность Ф. А. Семенова стала известна многим просвещенным людям того времени, и Русское географическое общество в 1850 г. избрало его своим членом. По предложению Д. М. Перовицкого, Ф. А. Семенов составил и направил в Географическое общество «Карту полного солнечного затмения, которое видимо будет в Европе 16/28 июля 1851 г.». Профессор Петербургского университета (впоследствии академик) А. Н. Савич в отзыве на эту работу писал: «Г. Семенову нужно было сделать много собственных усилий, чтобы без всякой посторонней помощи усвоить себе способы, употребляемые опытными астрономами, дарования и деятельная любознательность должны быть весьма значительны в человеке, который, изучив математические науки сам собою, успешно решает вопросы, требующие основательных и разносторонних сведений в астрономии»*. На основании отзыва А. Н. Савича работа Ф. А. Семенова была опубликована в «Известиях Рус-

* Курский самоучка-астроном и метеоролог Федор Алексеевич Семенов. Курск, 1911, стр. 21.

ского географического общества, а сам он «за особо ученые труды и обширные знания по части астрономии» награжден Золотой медалью. Замечательно, что в своей работе о затмении 1851 г. Ф. А. Семенову удалось исправить вычисления, сделанные директором Дерптской обсерватории И. Г. Медлером. Солнечное затмение 1851 г. Ф. А. Семенов вместе с А. Н. Савичем наблюдал в городе Бобринце Херсонской губернии, куда оба астронома были командированы Русским географическим обществом. После этого между А. Н. Савичем и Ф. А. Семеновым установилась дружеская переписка и многие научные вопросы стали предметом их совместного обсуждения.

В 1853 г., по предложению интеллигенции Курской губернии, на собранные по подписке деньги были куплены и торжественно преподнесены Ф. А. Семенову отличные астрономические инструменты: телескоп Заблера, хронометр Пиля и универсальный инструмент Эртеля. Выбору и проверке инструментов содействовал директор Пулковской обсерватории академик В. Я. Струве. На торжественном собрании Ф. А. Семенов так расчувствовался, что только и мог говорить: «Господа, вы хотите уморить меня славою!».

В 1856 г. в «Записках Русского географического общества» был опубликован главный труд Ф. А. Семенова «Таблицы показания времени лунных и солнечных затмений с 1840 по 2001 гг.». Эту капитальную работу высоко оценили современники, а Русское географическое общество присудило за нее Ф. А. Семенову вторую Золотую медаль.

О точности составленных Ф. А. Семеновым таблиц можно судить хотя бы по тому, что наибольшая фаза солнечного затмения 2 октября 1959 г. фактически наблюдалась в 15 часов 41 минуту по местному времени, тогда как у Ф. А. Семенова она указана на 15 часов 34 минуты. Если принять во внимание условия составления таблиц и вычислительные средства, которыми пользовался Ф. А. Семенов, то расхождение на семь минут удивительно мало!

Ф. А. Семеновым были опубликованы 32 научные работы. Многие остались в его бумагах в виде заметок, набросков и т. п., которые говорят об эрудиции и прозорливости талантливого ученого. Еще в 1819 г. Ф. А. Семенов записал: «Если бы можно было большее ядро потребным количеством пороха отдалить от Земли на расстояние, превосходящее поперечник Земли, и сообщить ядру скорость, превосходящую скорость падающих на Землю тел, то бы из него вышла у нас другая Луна, которая бы обращалась около Земли...» *.

Скончался Ф. А. Семенов в 1860 г. и похоронен в Курске.

Астрономические труды Ф. А. Семенова свидетельствуют о том, что это был серьезный, пытливый и настойчивый исследователь природы. В. Г. Белинский, отмечая огромные заслуги перед Родиной замечательных русских самородков, называет в одном ряду с М. В. Ломоносовым, И. Т. Посошковым, Н. И. Новиковым, Ф. Г. Волковым имя Федора Семенова.

* Автобиография курского астронома-любителя Федора Алексеевича Семенова. Пг., 1920, стр. 57.

СЕМИНАР ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ УКРАИНЫ

В марте 1967 г. Министерство просвещения УССР совместно с Киевским отделением ВАГО провели в Киеве семинар преподавателей астрономии педагогических институтов Украины. Работой семинара руководил председатель Киевского отделения ВАГО профессор Д. В. Писковский. С интересными докладами о достижениях современной астрономии выступили член-корреспондент АН УССР Е. П. Федоров, профессора К. А. Куликов, А. Ф. Богородский,

С. К. Всехсвятский, кандидаты физико-математических наук И. К. Коваль, В. И. Ворошилов и др.

Значительное место в работе семинара заняли вопросы методики преподавания астрономии в педагогическом институте. С докладом по этому вопросу выступил доцент М. М. Дагаев. При обсуждении доклада участники семинара говорили о необходимости укрепления материальной базы педагогических институтов.

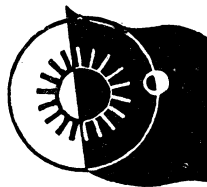
На семинаре обсуждался вопрос о типовом оборудовании астрономических кабинетов и обсерваторий педагогических институтов. Решено было обратиться в

Министерство просвещения УССР с просьбой утвердить проект типового оборудования, предусматривающий в каждом педагогическом институте установку телескопа типа АВР-3 с часовым механизмом и вращающимся куполом.

Участники семинара единодушно одобрили инициативу Министерства просвещения УССР о создании оригинального учебника астрономии на украинском языке для педагогических вузов.

После окончания семинара его участники посетили Главную астрономическую обсерваторию АН УССР в Голоосееве.

И. Д. ИЛЬЕВСКИЙ



МЫСЛИ ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Новое в преподавании астрономии в средней школе

Е. П. ЛЕВИТАН,
кандидат педагогических наук

Выпускники средней школы должны обладать определенным минимумом знаний по астрономии. Это особенно важно в связи с тем, что до сих пор очень ограничен круг высших учебных заведений, в которых изучается астрономия. Поэтому для подавляющей части молодежи школьный курс астрономии оказывается основным (а чаще всего и единственным!) источником систематизированных сведений о мироздании. Бурное развитие современной астрономии, и прежде всего астрофизики, потребовало пересмотреть курс школьной астрономии, привести его в соответствие с последними достижениями науки. Разработка новой программы по астрономии была возложена на специальную комиссию при президиумах Академии наук СССР и Академии педагогических наук СССР. Эту комиссию, разработавшую школьные программы по физике и астрономии, возглавил известный советский ученый академик И. К. Киоин. Комиссия работала в тесном контакте с ведущими астрономами и постоянно использовала помощь

Всесоюзного астрономо-геодезического общества при Академии наук СССР (ВАГО).

В начале 1967 г. были опубликованы проекты новых программ по физике и астрономии*. Программа предусматривает «Введение», содержащее сведения о предмете астрономии и знакомящее учащихся со звездным небом и его видимым вращением, а затем следуют основные разделы курса астрономии: «Строение солнечной системы», «Физическая природа тел солнечной системы», «Звезды и межзвездная среда», «Галактика и Метагалактика», «Происхождение и развитие небесных тел». Сравнение старой и новой программ позволяет выявить существенное различие между ними. Оно состоит в том, что теперь при изучении астрономии в средней школе основной упор делается на раскрытие физической картины беспрельдного Космоса. Стройная система достоверных фактов и наиболее разработанных гипотез познакомит учащихся с совре-

менными научными представлениями о природе Луны, планет, Солнца, звезд и галактик. Доступное учащимся философское обобщение естественнонаучного материала сыграет важную роль в формировании материалистического мировоззрения и в практическом осуществлении атеистического воспитания. Сейчас в связи с успехами астрофизики представляется возможным проследить, как на смену обожествлению и поклонению небу пришло его научное познание, какие результаты достигнуты в настоящее время, как все смелее и дерзновеннее человек осваивает космическую лабораторию, не сомневаясь в том, что именно космические исследования в значительной мере обусловят грядущие фундаментальные открытия в области «земной» физики.

Программа по астрономии изменялась неоднократно, но впервые вместо несущественных переработок, сводящихся в основном к перестановкам различных частей курса, предпринято коренное изменение его структуры и содержания. Это, в свою очередь, выдвигает ряд новых методи-

* Журнал «Физика в школе», № 1, 1967.

ческих и организационных проблем, постановка, обсуждение и последующее разрешение которых позволят добиться практических результатов в улучшении преподавания астрономии в средней школе.

Во всей полноте содержание курса должно быть раскрыто в новом учебнике астрономии. Школьный учебник астрономии должен отличаться сочетанием серьезного изложения учебного материала, основанного на знаниях учащихся по физике, химии, математике, физической географии и обществоведению, с ярким раскрытием увлекательного содержания науки о Вселенной. Задача школьного учебника не только поведствовать, но и в какой-то мере приобщить учащегося к активному процессу познания. Поэтому в текстовой материал и упражнения учебника необходимо ввести простейшие расчеты, а также физическую интерпретацию астрономических явлений и процессов. По нашему мнению, в отдельных случаях целесообразно не только включать упражнения в текст, но и прерывать ими повествование, заставляя учащихся **по ходу чтения** учебника самостоятельно получать тот или иной результат. Одной из особенностей изложения учебного материала должно стать разъяснение или хотя бы упоминание **методов**, на основе которых были получены конкретные научные данные о природе небесных тел. Наконец, именно из учебника учащиеся должны узнать о любительской астрономии, которой не только с пользой для себя, но и для науки в настоящее время отдают свой

досуг тысячи людей разных профессий и возрастов.

В новом учебном плане школы на изучение курса астрономии по-прежнему отводится всего лишь 35 часов классных занятий и 4 часа наблюдений во внеурочное время. Астрономическая общественность нашей страны неоднократно заявляла о том, что на преподавание астрономии отводится мало времени, что совершенно необходимо увеличить его в 1,5—2 раза. Однако и при новом пересмотре программы по астрономии этот вопрос остался нерешенным, что очень затрудняет решение образовательных и воспитательных задач, стоящих перед курсом астрономии, и, в частности, приводит к вынужденному исключению ряда вопросов практической астрономии, поверхностное изучение которых малоэффективно, а более обстоятельно рассмотреть их просто не удастся из-за недостатка времени. Перед методикой астрономии встает новая проблема: каким образом в условиях дальнейшего сокращения программного материала по сферической астрономии все-таки изложить основные элементы этого раздела, столь специфичного для самого курса астрономии. На практике, по-видимому, пока придется ограничиться ознакомлением учащихся с устройством и применением во время наблюдений подвижной карты звездного неба. В процессе этой работы учащиеся получают представление об экваториальных и горизонтальных координатах и основных явлениях, обусловленных суточным вращением небесной сферы.

Еще в большей степени,

чем раньше, возникает необходимость в повышении научной и методической квалификации учителей астрономии. Только при этом условии можно будет даже в сетке имеющихся часов достаточно успешно осуществить преподавание астрономии.

В последнее время многое делается для того, чтобы обеспечить повышение уровня профессиональной подготовки студентов педагогических институтов — будущих учителей астрономии. Но многие тысячи учителей уже сейчас преподают астрономию, они нуждаются в помощи, и предстоит в сравнительно короткий срок решить проблему повышения их квалификации. Здесь институтам усовершенствования учителей придется обратиться за помощью к соответствующим кафедрам педагогических институтов, сотрудникам астрономических обсерваторий, а также к учебно-методическим секциям местных отделений ВАГО.

Особое значение в повышении квалификации учителя приобретает самостоятельная работа. Для выполнения этой работы должны быть изданы пособия и методические руководства. Значительную помощь учителям астрономии призваны оказывать журналы «Физика в школе» и «Земля и Вселенная». Если же это окажется недостаточным, то придется по примеру наших зарубежных коллег из ГДР создать специальный методический журнал «Астрономия в школе». Важно к преподаванию астрономии привлечь внимание широкой общественности, и в частно-

сти учителей смежных предметов, родителей учащихся и т. д. Следовало бы некоторые вопросы обучения астрономии обсуждать более широко, используя научно-популярные журналы.

Мы обращаем особое внимание на проблему повышения квалификации учителей астрономии, так как без этого вообще немислим прогресс в нелегком деле улучшения преподавания астрономии. Школьный курс мал, поэтому приходится продумывать буквально каждую минуту урока, особенно заботиться о насыщении преподавания средствами наглядности. Кроме обновления наглядных таблиц, диапозитивов, диафильмов и кинофильмов, ставших в ряде школ традиционными в преподавании астрономии и положительно зарекомендовавших себя, необходимо приступить к созданию и выпуску кинофрагментов о физических процессах на небесных телах. Мы имеем в виду документальные киноматериалы, посвященные, например, физическим процессам в фотосфере и атмосфере Солнца. Такие киноматериалы в настоящее время накапливаются многими советскими и зарубежными астрономическими обсерваториями и должны быть использованы в преподавании астрономии. Излишне доказывать, что несколько минут демонстрации подобного материала, сопровождаемого дикторским текстом или краткими комментариями учителя, дадут учащимся наглядное представление о сложных и невоспроизводимых на Земле процессах. В этой же связи целесообразно продолжить недавно начатую по инициативе до-

цента А. Д. Марленского работу по моделированию некоторых астрономических явлений в условиях классной комнаты.

Большими демонстрационными возможностями располагают планетарии, посещение которых во внеурочное время дает положительные результаты. Заслуживает внимания опыт учителей, применяющих в своей работе школьные планетарии, как правило, самодельные. Целесообразно поставить вопрос о разработке и промышленном изготовлении качественных образцов школьных планетариев. Такие планетарии могли бы использоваться несколькими близлежащими школами для проведения уроков астрономии, внеклассной работы, а также для атеистической работы среди населения.

Роль наблюдений в преподавании астрономии общеизвестна, но до сих пор во многих школах наблюдения не проводятся. В значительной степени это связано с тем, что организация и проведение наблюдений в условиях школ (особенно городских) неминуемо сталкиваются с многочисленными трудностями. Десять лет назад были разработаны проекты простых школьных площадок (или вышек), но до сих пор лишь отдельные школы располагают условиями для проведения наблюдений. Это положение нелегко будет изменить в будущем, так как в типовых проектах школьных зданий и сейчас, к сожалению, не предусматривается место для астрономических наблюдений.

С вопросом создания школьных обсерваторий неразрывно связан вопрос о

школьном телескопе. Ныне выпускаемые промышленностью школьные рефракторы обладают рядом недостатков и, в частности, неудобны в обращении. В то же время опыт любительского телескопостроения в нашей стране убедительно показывает, что для целей любительской астрономии и школьного преподавания можно с успехом использовать телескопы-рефлекторы или зеркально-линзовые телескопические системы, позволяющие выполнять разнообразные визуальные и фотографические наблюдения. Настало время учесть указанный опыт и на его основе разработать новую конструкцию школьного телескопа в комбинации с некоторыми дополнительными приборами (фотографическая камера, спектроскоп и т. д.). В эту работу уже сейчас включаются наиболее квалифицированные любители телескопостроения. В экспериментальном порядке следовало бы рассмотреть возможности наблюдений Солнца в монохроматических лучах, например, с целью показа учащимся солнечной хромосферы и протуберанцев. Подобного рода наблюдения, имеющие важное значение для более глубокого понимания учащимися явлений и процессов, о которых говорится в учебнике астрономии, не исключают, разумеется, необходимости ознакомления учащихся со звездным небом, наблюдений в школьный телескоп Солнца, Луны и планет.

Более разнообразной и содержательной должна быть внеклассная и внешкольная работа по астрономии. Методика этой работы до сих

пор не обобщена, хотя жизнь этого требует: количество астрономических кружков при школах, домах пионеров, станциях юных техников, народных обсерваториях возрастает с каждым годом. Членами кружков являются не только десятиклассники, изучающие астрономию в школе, но и учащиеся младших классов, проявляющие большой интерес к этой науке. Иногда ребята занимаются в кружках на протяжении нескольких лет. При этом появляется возможность не только в общем познакомить их с астрономией, но и выявить интересы в какой-либо конкретной области астрономии. Так, одни с увлечением занимаются практической астрономией, а других интересуют регулярные астрофизические наблюдения (Солнца, планет, переменных звезд и др.). Целесообразно привлекать кружковцев к работе станций по наблюдению искусственных спутников Земли. В некоторых школах с физико-математическим уклоном в экспериментальном порядке можно будет уже в ближайшие годы приступить к проведению простейших фотоэлектрических и радиоастрономических наблюдений. Внеклассная и внешкольная работа по астрономии наиболее успешно может быть развернута при условии тесного контакта между учителями астрономии и местными отделениями ВАГО. Наиболее активные кружковцы должны быть членами юношеской секции ВАГО, а сами учителя астрономии — членами астрономической и учебно-методической секций. Недавно на совеща-

нии Астрономической секции Центрального совета ВАГО подробно обсуждалась тематика научно-любительской работы по астрономии. Участвуя в работе астрономической секции местного отделения ВАГО, учитель астрономии получит возможность приобщиться к выполнению астрономических наблюдений, имеющих определенное научное значение, и заинтересовать этими наблюдениями своих учеников.

В объяснительной записке к проекту программы по астрономии подчеркивается, что насыщение курса астрономии сведениями по физике небесных тел, о свойствах материи вне пределов Земли, а также использование математики делает астрономию своеобразным завершающим физико-математическим курсом. К этому следует добавить, что астрономия, позволяющая делать важные философские обобщения, помогает учащимся глубже осмыслить и понять многие философские вопросы курса обществоведения. Если так рассматривать роль курса астрономии в системе общего образования, а не считать астрономию досадным «довеском», то следует в ближайшее время решить вопрос о месте курса астрономии в учебном плане школы. Ознакомление с проектом новой программы по физике выявляет прежнее положение: имеются очень ограниченные возможности опираться на физику в преподавании астрономии. Действительно, наиболее существенные для астрофизики разделы физики: электромагнитные колебания и волны, физическая и геометрическая оптика, спектраль-

ный анализ, невидимые излучения — инфракрасное, ультрафиолетовое и рентгеновское, квантовая природа света, релятивистские эффекты специальной теории относительности, физика атомного ядра, элементарные частицы, ядерные превращения и др. — составляют содержание курса физики десятого класса, а значит будут изучаться одновременно с курсом астрономии. Это обстоятельство таит в себе потенциальную возможность того, что «новое» преподавание астрономии, несмотря на все усилия, останется «старым». Некоторым выходом из складывающейся ситуации могло бы явиться, например, такое решение: поставить завершающий курс на надлежащее ему завершающее место, т. е. **изучать астрономию во втором полугодии десятого класса** (по два часа в неделю), добавив в первом полугодии еще по одному уроку физики в неделю. Если согласиться с этим, то в первом полугодии будет изучена основная часть курса физики, а оставшуюся удастся закончить в первые месяцы второго полугодия. Важно, что в этом случае значительное время учащиеся будут параллельно **изучать** курс астрономии и **повторять** курс физики, готовясь к выпускным экзаменам. Разумеется при этом нужно будет так организовать контроль за состоянием преподавания астрономии, чтобы полностью исключить возможность замены уроков астрономии уроками по другим предметам, невыполнения программы по астрономии и т. д. При обсуждении выдвигаемого здесь предложения следует учесть, что без

надлежащего контроля со стороны органов народного образования астрономия будет оставаться «полуобязательным» предметом независимо от ее места в учебном плане школы. Об этом красноречиво свидетельствуют неоднократные проверки состояния преподавания астрономии, проводимые учебно-методическими секциями отделений ВАГО.

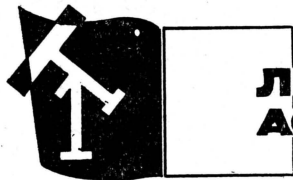
Другой важный вопрос, который заслуживает особого внимания при обсуждении предложения о концентрации курса астрономии во втором полугодии десятого класса, касается организации школьных астрономических наблюдений. По нашему мнению, решение этого вопроса зависит от того, кто будет преподавать астрономию. Известно, что в настоящее время учителя физики не очень охотно берутся за преподавание астрономии. Одна из причин этого кроется в существующем ныне разрыве между курсами физики и астрономии. Нынешний курс астрономии, в котором сравнительно большое место занимают вопросы сферической и практической астрономии, а астрофизика излагается чисто описательно, не привлекает учителей физики, он не дает им возможности раскрыть важные для физики закономерности, управляющие процессами в космической лаборатории. Нужно, чтобы изменение содержания курса астрономии повлекло за собой изменение отношения к курсу астрономии со стороны учителей физики. Преподавать в школе современную астрономию должен учитель физики. Когда это действи-

тельно станет правилом, можно будет значительно проще осуществить взаимосвязь двух учебных предметов и организовать проведение предварительных астрономических наблюдений и т. д. Учитель физики, зная, что ему придется преподавать астрономию, будет готовиться к этому и будет заранее готовить своих учеников. В частности, в конце девятого класса можно будет дать учащимся задания для самостоятельных астрономических наблюдений летом, а осенью (I полугодие десятого класса) специально предусмотреть время для проведения наблюдений до начала изучения курса астрономии на уроках.

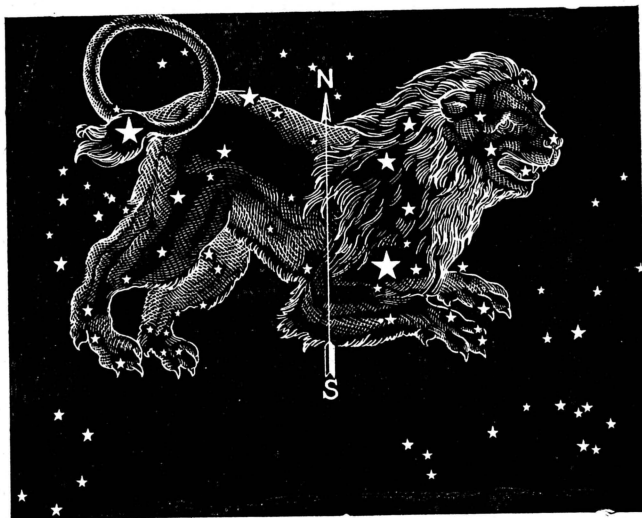
В школьный курс астрономии включены только самые важные и наиболее существенные для общего образования вопросы. Для того, чтобы учащиеся достаточно глубоко их усвоили, нужно уделить особое внимание «обратной связи» в процессе обучения. Проще говоря, необходим постоянный контроль за усвоением учебного материала. Беседы с учащимися, небольшие письменные проверочные работы, а может быть, и некоторые формы программированного учета знаний должны органически сочетаться с лекционным методом изложения учебного материала. Уместно напомнить, что уже давно астрономическая общественность нашей страны указала на необходимость включения ряда вопросов астрофизики в экзаменационные билеты по физике. В эпоху успешного освоения космического пространства, в период происходящего на наших глазах невиданного ранее процесса «космизации» физики и

ряда других областей естествознания крайне важно проверить на выпускных экзаменах, как представляют себе учащиеся физическую природу окружающего нас мира. Включение некоторых астрофизических вопросов в экзаменационные билеты повысит ответственность учителя за качество преподавания астрономии и положительно отразится на знаниях учащихся.

Новым в преподавании астрономии является и введение факультативных занятий по этому учебному предмету. Важно, чтобы и ученик, и учитель имели бы возможность выбрать из нескольких факультативных курсов тот, который их особенно интересует. Настало время приступить к подробной разработке программ и методических пособий по факультативным курсам. Наибольший интерес могут вызвать следующие темы факультативных курсов: «Избранные вопросы практической астрономии», «Теоретические основы космических полетов», «Физика околоземной космической лаборатории», «Применение физики в современных методах исследования небесных тел», «Физика звезд и межзвездной среды», «Избранные вопросы внегалактической астрономии», «Современная наука о жизни во Вселенной и проблемах межзвездной связи». Каждый из этих курсов включает в себя более детальное и углубленное рассмотрение лишь некоторых вопросов основного курса. Создание новой программы по астрономии и введение факультативных занятий — важные шаги на пути дальнейшего улучшения преподавания этого учебного предмета.



Астрономические наблюдения в марте — апреле 1968 года



СТРАНИЧКА НАБЛЮДАТЕЛЯ

СТРАНИЧКА НАБЛЮДАТЕЛЯ

20 марта в 16^ч22^м по московскому времени Солнце приходит в точку весеннего равноденствия.

С этого момента начинается астрономическая весна. Солнце в течение последующего полугодия будет находиться в северном полушарии небесной сферы.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО. На рис. 1 показан вид звездного неба на широте 55° в 22 часа местного времени 20 марта (зенит — в центре карты). В южной части меридиана наблюдаются яркие звезды — Регул (α Льва) и Денебола (β Льва); на юго-западе — Сириус (α Большого Пса), Прочион (α Малого Пса), Бетельгейзе (α Ориона); на юго-востоке — Спика (α Девы) и Арктур (α Волопаса); на северо-востоке — Вега (α Лиры) и Денеб (α Лебеда). Близ звезды Регул видна планета Юпитер.

Внимание наблюдателей в это время привлекает созвездие Лев, расположенное высоко над горизонтом в южной части меридиана, ниже «дна ковши» Большой Медведицы. Четыре наиболее яркие звезды созвездия Льва (α , β , γ , δ) образуют трапецию, по которой его легко узнать (рис. 2 и последующие на 3-й странице обложки).

Интересно происхождение наименования созвездия — «Лев». В древнем Египте, когда на небе

ярко светили звезды этого созвездия, т. е. в марте и апреле, наступала жара. Страна превращалась в выгоревшую пустыню — царство львов. По древним преданиям, под знаком этого созвездия должны были рождаться великие цари. Отсюда и название самой яркой звезды созвездия — Регул (по-латыни гех — царь). А вторая по яркости звезда Денебола по-арабски означает хвост льва.

Регул — белая горячая звезда с температурой поверхности 14 000°. По размерам она в 2 раза превосходит Солнце, а энергии излучает в 140 раз больше, чем Солнце. Регул виден невооруженным глазом как звезда 1,3-й звездной величины. Регул — тройная звездная система: один из компонентов — желтая звездочка 7^м,6, видимая на расстоянии 177" от главной звезды. Второй спутник — белый карлик 13^м, который может наблюдаться только в большие телескопы. Регул находится почти на эклиптике, и поэтому каждый год 28 августа покрывается Солнцем. 7 июля 1959 г. наблюдалось гораздо более редкое явление — покрытие Регула Венерой.

Звезда γ Льва также видна в школьные телескопы как двойная: один компонент золотисто-желтый 2^м,6, другой — зеленоватый 3^м,8; расстояние между ними 4",3, период 619 лет.



Рис. 1

В созвездии Льва около 70 переменных звезд, большинство из них имеют слабый блеск. В бинокли и школьные телескопы можно наблюдать:

UV Льва ($\alpha = 10^h 35^m, 5$; $\delta = +14^\circ 30'$) — затменно-переменная, звездная величина которой изменяется в пределах $8^m, 5 - 9^m, 2$ с периодом около 4,5 часа. На рис. 3 показана окрестность этой звезды и приведены звезды сравнения. R Льва ($\alpha = 9^h 44^m, 9$; $\delta = +11^\circ 40'$) — долгопериодическая переменная, видимая звездная величина ее изменяется от $5^m, 4$ до

$10^m, 5$ с периодом 313 дней. Ближайший максимум блеска был 4 января 1968 г.

В созвездии Льва расположено много галактик, которые в основном имеют слабый блеск. В школьные телескопы можно наблюдать галактику NGC 3627 (M 66), ее координаты: $\alpha = 11^h 17^m, 6$; $\delta = +13^\circ 17'$, видимая звездная величина $9^m, 0$, видимые угловые размеры $8' \times 2', 5$. Расстояние до галактики около 4200 кпс. Фотография этой галактики, полученная на 100-дюймовом телескопе, приведена

на рис. 4. Интересная особенность галактики NGC 3627 — изобилие пыли (темные места на фотографии). Заметим, что галактика наблюдается со стороны ее полюса.

Галактика NGC 2903 также видна с полюса, но в ней не наблюдается так много пыли, как в NGC 3627 (рис. 5). На фотографии хорошо заметны спиральные ветви. Координаты галактики: $\alpha = 9^h 29^m, 3$; $\delta = +21^\circ 44'$, видимая звездная величина $9^m, 0$, а размер $11', 0 \times 5', 0$. Галактику можно наблюдать в школьные телескопы.

Галактика NGC 3623 (M 65) ($\alpha = 11^h 16^m, 3$; $\delta = +13^\circ 23'$) имеет видимую звездную величину $9^m, 4$, а размеры $8' \times 2'$. Расстояние до нее около 4220 клс. Плоскость галактики наклонена под небольшим углом к лучу зрения. На рис. 6 хорошо видна темная пылевая полоска в галактической плоскости. Эта галактика также наблюдается в школьные телескопы.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ. Меркурий в первых числах марта будет виден на юго-востоке в созвездии Водолея перед восходом Солнца.

Венера видна в юго-восточной части неба в созвездии Козерога как звезда — $3^m, 3$. В марте заканчивается период утренней видимости планеты.

Марс наблюдается в созвездии Рыб после захода Солнца как звезда $\approx 1^m, 6$. Во второй половине марта он переходит в созвездие Овна и условия его видимости ухудшаются.

Юпитер виден в марте — апреле всю ночь в созвездии Льва как звезда 2^m .

Сатурн можно наблюдать в первой половине марта после захода Солнца в западной части неба низко над горизонтом. Видимая звездная величина планеты в это время около 1^m .

Уран в течение марта — апреля находится вблизи звезды β Девы, и видимая звездная величина его $5^m, 6$. В конце периода планета видна всю ночь.

Нептун можно наблюдать во второй половине ночи в созвездии Весов. Его координаты на 1 марта: $\alpha = 15^h 38^m$; $\delta = -17^\circ 41'$, а звездная величина $7^m, 7$.

ЗАТМЕНИЯ. 13 апреля произойдет полное лунное затмение. Оно начнется в $5^h 12^m$ по московскому времени, фазы полутеневого затмения можно будет наблюдать в Западной Сибири и Европейской части СССР.

А. Д. МАРЛЕНСКИЙ,
доцент
В. Ф. ЗАБОЛОТНЫЙ

Полное солнечное затмение 22 сентября 1968 г.

М. М. ДАГАЕВ,
доцент

22 сентября 1968 г. произойдет полное солнечное затмение. В этот день, в 13 часов 43,9 минуты по московскому времени лунная тень упадет на Землю в западной части моря Лаптевых, восточнее острова Большевик (острова Северной Земли), в месте с восточной долготой $108^\circ 19'$ и северной широтой $79^\circ 35'$. Пройдя по северной части острова Большевик и южной половине острова Октябрьской Революции, лунная тень пересечет Карское море, вступит на Югорский полуостров и далее пойдет по восточным районам Ненецкого национального округа, по северо-восточным рай-

онам Коми АССР, западным районам Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского национальных округов, затем пересечет Свердловскую и Курганскую области, территорию Казахской ССР и достигнет государственной границы Советского Союза, вблизи Чарына и Чунджи. Полоса полной фазы закончится на территории Китайской Народной Республики, в месте с восточной долготой $99^\circ 04'$ и северной широтой $42^\circ 12'$: здесь в 14 часов 53,1 минуты по московскому времени лунная тень покинет Землю. Общая продолжительность полного солнечного затмения составит 1 час 09,2 ми-

нуты. За это время лунная тень пройдет путь в 650 км, двигаясь со средней скоростью в 1,48 км/сек.

На Югорский полуостров лунная тень вступит в юго-западном направлении (см. на вклейке к стр. 88 карту, построенную по данным вычислений Л. И. Румянцевой), далее будет постепенно поворачивать к югу, и, начиная с северного полярного круга, до Свердловской области будет перемещаться в южном направлении почти вдоль географических меридианов, а затем отклонится к востоку и по территории КазССР пойдет на юго-восток.

Обстоятельства солнечного затмения в полосе полной фазы
(время московское декретное)

Пункт	Начало частного затмения	Полное затмение			Конец частного затмения	Наибольшая фаза
		начало	продолжительность	конец		
Кара	12 ^h 49 ^m ,8	13 ^h 55 ^m 08 ^s ,6	34 ^s 2	13 ^h 55 ^m 42 ^s ,8	14 ^h 58 ^m ,6	1,004
Воркута	12 51 ,8	13 57 39 ,6	17,9	13 57 57 ,5	15 01 ,6	1,001
Сивомаскинский	12 51 ,9	13 58 13 ,5	36,2	13 58 49 ,7	15 02 ,7	1,004
Абезь	12 51 ,7	13 58 20 ,7	6,5	13 58 27 ,2	15 02 ,8	1,000
Сосьва	12 55 ,9	14 03 09 ,6	38,4	14 03 48 ,0	15 08 ,3	1,004
Талица	13 00 ,4	14 08 28 ,3	37,8	14 09 06 ,1	15 13 ,9	1,003
Ирбит	13 02 ,6	14 10 44 ,5	40,6	14 11 25 ,1	15 16 ,2	1,004
Свердловская область), Даматово, Юргамыш, Курган *	13 05 ,8	14 14 07 ,1	37,4	14 14 44 ,5	15 19 ,5	1,003
Курганская область), Есиль (Целиноградская область), Джамбул	13 05 ,8	14 14 25 ,3	39,5	14 15 04 ,8	15 20 ,0	1,003
(Карагандинская область), Или *	13 07 ,5	14 16 02 ,9	42,2	14 16 45 ,1	15 21 ,5	1,005
(Алма-Атинская область).	13 08 ,4	14 16 54 ,2	32,0	14 17 26 ,2	15 22 ,2	1,002
Ертарский	13 09 ,0	14 17 47 ,1	39,0	14 18 26 ,1	15 23 ,3	1,003
Шадринск						

В полосе полной фазы, проходящей по территории СССР (см. карту затмения), затмение будет происходить во второй половине дня, точнее после 15 часов по декретному времени, при небольшой высоте Солнца над горизонтом, а в восточных районах Казахской ССР (восточнее Баканаса) — при заходе Солнца. В полосе полной фазы окажутся населенные пункты Кара* (Ямало-Ненецкий национальный округ), Воркута*, Хановой (Коми АССР), Сосьва, Ворьяпауль (Ханты-Мансийский национальный округ), Талица, Ирбит, Камышлов* (Свердловская область), Даматово, Юргамыш, Курган* (Курганская область), Есиль (Целиноградская область), Джамбул (Карагандинская область), Или* (Алма-Атинская область).

Продолжительность полной фазы затмения в различных пунктах центральной линии полосы меняется в пределах от 27 до 43 секунд. В обе стороны (к западу и востоку) от центральной линии продолжительность полной фазы сокращается, а на границах полосы полной фазы становится равной нулю.

Наилучшие астрономические условия наблюдений полного солнечного затмения будут в Свердловской, Курганской и Кустанайской областях, куда Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО) намеревается послать экспедиции.

В. С. Лазаревским (Горьковское отделение ВАГО) вычислены обстоятельства солнечного затмения для 12 пунктов четвертого часового пояса, лежащих в полосе полной фазы (таблица 1).

Вне полосы полной фазы, вблизи ее западной границы окажутся Саранпауль (Ханты-Мансийский национальный округ), Алапаевск, Богданович (Свердловская область), Шумиха (Курганская область), Введенка (Кустанайская область); вблизи восточной границы — Горняцкий (Коми АССР); на самой границе — Курган (Курганская область).

Для пунктов, расположенных вне полосы полной фазы, солнечное затмение 22 сентября 1968 г. будет частным; оно доступно наблюдениям во всех областях Советского Союза, находящихся западнее предельной линии конца

частного затмения при заходе Солнца, которая начинается от восточной оконечности острова Пионер (Северная Земля) и проходит через остров Кирова в Карском море, далее — вблизи Норильска, Курейко, Колпашева, Чулыма, Благовещенки (около Кулундинского озера) и Токмака, к озеру Сонкель и Дюрбельджиу (Киргизская ССР). Эта линия является по существу восточной границей видимости солнечного затмения, так как за ней, к востоку, могут наблюдаться лишь те фазы затмения, которые наступят до захода Солнца. Ни одна фаза затмения не будет видна восточнее предельной линии начала частного затмения при заходе Солнца, проходящей от Усть-Оленека, через Мирный, Витим, Кумору, Курумкан, Баргузин и Петровск-Забайкальский к Гутаю (Читинская область), так как там Солнце зайдет за горизонт.

Обстоятельства солнечного затмения в различных пунктах могут быть выяснены по карте затмения, на которой жирными сплошными линиями изображены изофазы частного затмения, т. е. линии, соединяющие пункты земной поверхности с одинаковой наибольшей фазой затмения. У концов этих линий представлена величина наибольшей фазы частного затмения. Для пунктов, расположенных между

изофазами, наибольшая фаза затмения находится интерполированием. Тонкими сплошными линиями обозначены изохроны начала частного затмения, т. е. линии, соединяющие пункты, в которых частное затмение начинается в один и тот же момент по московскому времени. Эти моменты обозначены у концов изохрон начала затмения. Изохроны конца частного затмения обозначены на карте прерывистыми линиями: в пунктах, расположенных на этих изохронах, частное затмение заканчивается в один и тот же момент по московскому времени. По изохронам путем интерполирования можно установить моменты начала и конца частного затмения в любых пунктах с точностью до 1 минуты.

В таблице 2 приведены обстоятельства частного солнечного затмения по московскому декретному времени в некоторых крупных городах Советского Союза по вычислениям А. А. Каверина, Т. Г. Буслаевой, Л. И. Черных и Н. С. Черных (Иркутское отделение ВАГО).

Любители астрономии, располагая простейшими средствами, могут провести ряд наблюдений в полосе полной фазы. Можно с успехом провести метеорологические наблюдения: изменение температуры почвы, воздуха, его влажности, направление и силу ветра, отмечая показания прибо-

* Эти пункты лежат у самой границы полосы полной фазы солнечного затмения.

Обстоятельства частного солнечного затмения для некоторых городов СССР (время московское декретное)

Название города	Моменты			Наибольшая фаза	Название города	Моменты			Наибольшая фаза
	начала затмения	наибольшей фазы	конца затмения			начала затмения	наибольшей фазы	конца затмения	
Актюбинск	13 ^ч 13 ^м	14 ^ч 25 ^м	15 ^ч 32 ^м	0,94	Ленинград	12 ^ч 36 ^м	13 ^ч 46 ^м	14 ^ч 55 ^м	0,75
Алма-Ата	13 43	14 49	15 50	0,99	Луганск	12 58	14 12	15 23	0,75
Архангельск	12 40	13 49	14 56	0,87	Львов	12 43	13 53	15 02	0,57
Астрахань	13 11	14 25	15 34	0,83	Минск	12 40	13 51	15 01	0,66
Ашхабад	13 38	14 50	15 56	0,84	Москва	12 46	13 59	15 09	0,79
Баку	13 24	14 38	15 47	0,79	Мурманск	12 32	13 39	14 46	0,84
Батуми	13 13	14 28	15 38	0,71	Новосибирск	13 24	14 28	15 28	0,93
Брянск	12 47	13 59	15 10	0,73	Одесса	12 54	14 06	15 16	0,62
Вильнюс	12 37	13 48	14 57	0,64	Омск	13 18	14 25	15 28	0,96
Волгоград	13 03	14 17	15 27	0,81	Орджоникидзе	13 13	14 28	15 38	0,76
Гомель	12 45	13 57	15 07	0,69	Рига	12 34	13 44	14 53	0,66
Горький	12 51	13 04	15 13	0,86	Ростов-на-Дону	13 01	14 15	15 26	0,74
Днепропетровск	12 54	14 08	15 18	0,70	Самарканд	13 43	14 52	15 56	0,92
Донецк	12 58	14 12	15 22	0,72	Свердловск	13 05	14 15	15 21	0,99
Душанбе	13 47	14 55	15 58	0,92	Симферополь	12 59	14 13	15 23	0,64
Ереван	13 19	14 34	15 43	0,73	Ставрополь	13 07	14 22	15 32	0,75
Иваново	12 48	14 00	15 09	0,83	Таллин	12 32	13 42	14 51	0,69
Казань	12 57	14 09	15 17	0,90	Ташкент	13 42	14 50	15 53	0,95
Караганда	13 28	14 35	15 37	0,98	Тбилиси	13 16	14 31	15 41	0,75
Киев	12 47	14 00	15 10	0,66	Ульяновск	12 58	14 11	15 20	0,88
Кишинев	12 51	14 03	15 13	0,60	Уфа	13 05	14 16	15 23	0,95
Краснодар	13 04	14 18	15 29	0,71	Фрунзе	13 42	14 49	15 50	0,98
Куйбышев	13 01	14 14	15 23	0,89	Харьков	12 58	14 06	15 17	0,72
Курган	13 12	14 18	15 25	1,00	Целиноград	13 24	14 32	15 35	0,98
Кустанай	13 14	14 24	15 29	0,99	Ярославль	12 46	13 58	15 08	0,82

Более подробный список опубликован в Астрономическом календаре-ежегоднике на 1968 год, «Наука», 1967 г.

ров через каждые 3 минуты за 20 минут до начала и в течение 20 минут по окончании полной фазы затмения, а на протяжении полной фазы желательно сделать три отсчета — в начале, середине и конце, с равными наибольшими интервалами, допускаемыми продолжительностью полного затмения. Чтобы инерция термометра и гигрометра не влияла на их показания, измерения стоит производить с психрометром Ассмана.

Весьма полезны наблюдения изменения освещенности зенитной области неба и его участка наибольшей поляризации, отстоящего от Солнца на 90° в направлении за зенит. Эти наблюдения лучше провести весьма простыми по конструкции безоптических фотометрами В. Г. Фесенкова (описание этого фотометра можно найти в сборнике статей под редакцией А. А. Михайлова «Солнечные затмения и их наблюдения», «Физматгиз», 1960).

Можно использовать и обычные фотоэкспозометры «Москва» и «Ленинград». Фотоэкспозометр следует укрепить на штативе, направить входным отверстием на исследуемую область неба и записывать показания через каждые 3 минуты на протяжении 15 минут до начала и по окончании полной фазы, а в течение ее — через 5 секунд. Таким же способом можно исследовать изменение яркости определенных участков заревого кольца, расположенного во время полной фазы затмения у горизонта.

Полезно провести наблюдения изменения солнечной радиации сквозь светофильтры и без них, используя простейшие актинометры.

Весьма желательно фотографирование солнечной короны на высококонтрастной пленке малыми камерами. Фотокамера жестко устанавливается на прочный штатив и не позже чем за 5 минут до начала полной фазы на-

водится на Солнце. При фокусном расстоянии объектива фотокамеры около 50 мм (камера типа «ФЭД» или «Зоркий») рекомендуемые экспозиции должны быть в пределах от 0,1 до 5 секунд. Еще лучше сфотографировать солнечную корону на цветную фотопленку.

Наконец, весьма интересно наблюдать моменты появления ярких светил на фоне темнеющего неба и моменты их исчезновения по окончании полного затмения. Моменты времени необходимо отмечать с точностью не менее 5 секунд. Для облегчения этой задачи приводим карту окрестностей Солнца во время полного затмения. Карта составлена для середины полного солнечного затмения в районе наибольшей его продолжительности (42,7 секунды) и наибольшей высоты Солнца (18,7°) в этот момент, соответствующий 14 часам 20 минутам по московскому декретному времени и 16 часам 20

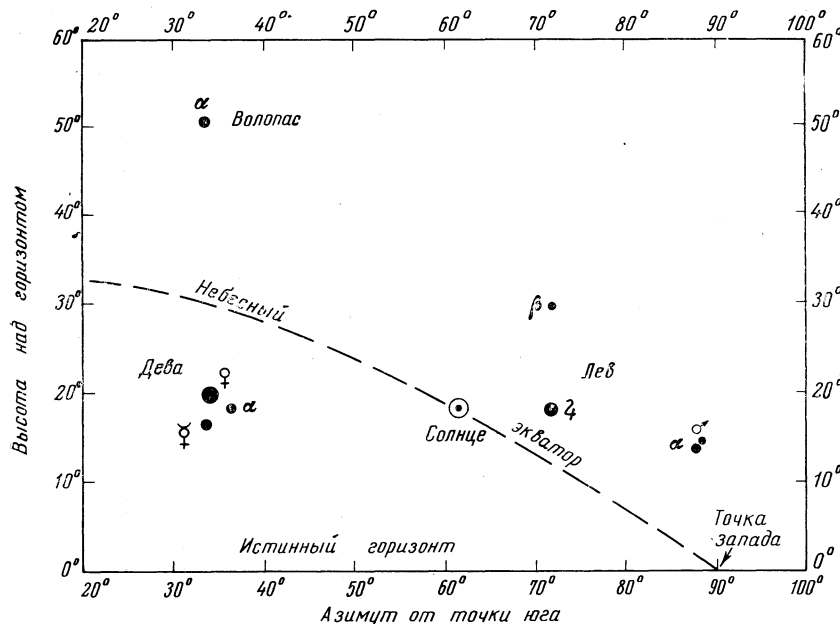
район расположен (вблизи Юргамыша). Нижняя граница карты

изображает истинный горизонт, вдоль которого отложены астрономические азимуты, по вертикальной оси — высота.

Во время затмения Солнце будет находиться в созвездии Девы на высоте около 19° над горизонтом. Справа, к западу от Солнца, на расстоянии 10° от него и приблизительно на той же высоте расположится Юпитер, выше которого — звезда β Льва, а еще западнее, примерно в 30° от Солнца (т. е. почти над точкой запада), на несколько меньшей высоте будут видны Марс и звезда Регул (α Льва), более яркая, чем Марс. Примерно на 30° влево, к востоку от Солнца, на высоте около 18° будет расположен треугольник из Венеры, Меркурия и звезды Спика (α Девы), а высоко над ним — звезда Арктур (α Волопаса).

Сведения о расположении и блеске этих светил приведены в таблице 3, причем данные о высоте и азимуте относятся только к указанным выше условиям. Карта окрестностей Солнца может быть использована и для других районов с иной географической широтой, так как взаимное расположение светил на протяжении всей полосы полной фазы практически останется прежним, а заметно изменятся лишь их горизонтальные координаты — азимут и высота, и только южнее озера Балхаш, в районе Или и Сарыозека, где высота Солнца во время полного затмения будет около 8°, Марс и Регул зайдут за горизонт.

Непосредственно вблизи границ полосы полной фазы как внутри, так и вне ее полезно провести наблюдения наступлений моментов времени и величины наибольшей фазы, чтобы определить границы лунной тени на поверхности Земли. Эти наблюдения могут быть выполнены только коллективно.



Карта окрестностей Солнца во время полного солнечного затмения
22 сентября 1968 г.

Т а б л и ц а 3

Расположение светил во время полного затмения в Курганской области

Светило	Знак на карте	Видимая звездная величина	Прямое восхож- дение	Склонение	Азимут	Высота
Солнце	☉	—	11 ^h 58 ^m ,2	+ 0°12'	61,2	18,7
Юпитер	♃	—1,2	11 22 ,2	+ 5 41	71,9	18,1
♌ Льва	♌	+2,23	11 47 ,4	+14 45	71,9	29,6
Марс	♂	+2,0	10 11 ,7	+12 29	88,8	14,4
♋ Льва	♋	+1,34	10 06 ,7	+12 08	88,0	13,4
♍ Девы	♍	+1,21	13 23 ,5	—11 00	36,3	18,3
Венера	♀	—3,3	13 32 ,4	— 9 41	34,3	19,8
Меркурий	☿	+0,4	13 30 ,8	—12 38	33,6	16,4
♊ Волопаса	♊	+0,24	14 14 ,2	+19 21	33,6	50,1

В 1967 г. издательство «Наука» выпустило цветную карту Луны, подготовленную Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом при Академии наук СССР. Карта охватывает только видимое полушарие Луны.

Карта составлена в орфографической проекции по фотографическому атласу Луны Койпера и каталогу лунных объектов Меж-

дународного астрономического союза. Масштаб карты — 1 : 5 000 000, размер Луны на карте составляет около 70 см. На карте указано местоположение 500 объектов лунной поверхности.

К карте приложена брошюра, содержащая общие сведения о Луне и ее поверхности, описание истории исследований Луны, списки деталей види-

мой и обратной сторон Луны.

Составитель карты И. И. Катяев, автор пояснительного текста В. А. Шишаков, ответственный редактор В. А. Бронштэн.

Карта может быть использована при наблюдениях Луны в телескоп, а также в качестве наглядного пособия в преподавании астрономии.

Карта поступила в продажу.



КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Международный геофизический год в филателии

Десять лет назад — 1 июля 1957 года в 00 часов по гринвичскому времени начался Международный геофизический год (МГГ). Тысячи ученых 67 стран в этот день начали вести наблюдения по заранее разработанной и согласованной программе.

Не осталась безучастной к этому грандиозному научному мероприятию и филателия. Широкий круг вопросов, изучавшихся во время Международного геофизического года, нашел отражение на марках многих стран мира.

4 октября 1957 года Советским Союзом был выведен на орбиту первый в мире искусственный спутник Земли, а осенью того же года Министерство связи СССР выпустило две марки одинакового сюжета: вокруг земного шара совершает свой стремительный полет в Космосе искусственный спутник Земли; вверху дата — «4 октября 1957», а внизу — надпись: «Первый в мире советский искусственный спутник Земли». Эти марки — одна черно-синяя, другая ярко-синяя — до сих пор являются одними из лучших в космической тематике.

Запуск первого искусственного спутника Земли был отмечен только почтой социалистических стран. Почтовые же ведомства стран Запада длительное время замалчивали успехи Советского Союза в изучении космического пространства. Страной, нарушившей «заговор молчания», был Эквадор. На марке, выпущенной 20 декабря 1958 г., изображен земной шар и два спутника: первый советский и американский спутник «Авангард».

Рекламируя американские исследования Космоса, Нидерландская



колония в Вест-Индии (Антильские острова), 10 декабря 1957 г., т. е. задолго до запуска спутника США, выпустила марку, на которой изображен остров Кюрасао с американской станцией наблюдения за искусственными спутниками и нидерландской астрономической станцией, принимавшей участие в работах МГГ.

1 февраля 1958 г. был запущен первый американский спутник «Эксплорер-1». Почта Гаити посвятила «Эксплореру-1» две марки одинакового сюжета и одну из них поместила в блок.

Спутникам и ракетным исследованиям за время МГГ посвящено более 40 марок.

Не менее интересны марки и по другим областям геофизики.

Вот, например, советская марка, посвященная гляциологии. На ней показана ледяная река, медленно спускающаяся с высоких гор. С помощью установленного на скальном основании теодолита и подвижных вех человек наблюдает за продвижением ледника.

Норвежская марка изображает расположенный за Северным полярным кругом остров Ян-Майен, где в настоящее время происходит наступление ледников, за которыми ведут наблюдения гляциологи.

Океанология представлена марками Советского Союза, Венгрии,

Гаити, Югославии и др. Вот на 25-копеечной марке, рассекая волны, идет советское океанографическое судно «Витязь». Вверху — карта с маршрутом его исследований в Индийском океане.

На красочной марке Гаити показан батискаф на дне океана. В лучах света, бьющих из его иллюминаторов, видны глубоководные обитатели океанского дна. Эхолотные измерения глубин океана изображены на марках многих стран.

На 40-копеечной марке показана идущая под всеми парусами советская немагнитная шхуна «Заря». Это — деревянное судно, все металлические детали кото-





КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

НА СОЛНЦЕ ВСЕ СПОКОЙНО?

Все происходящее на Солнце имеет прямое отношение к жизни на Земле. Влияние солнечной активности отмечается и в изменениях магнитного поля нашей планеты, и в вариациях космических лучей, в частоте и интенсивности полярных сияний, в изменениях температуры и плотности высоких слоев газовой оболочки и ее ионизации, а поэтому — и в нарушениях радиосвязи. Это влияние обнаруживается не только при статистическом анализе, но и при непосредственных сопоставлениях отдельных явлений, происходящих на Солнце и на Земле.

Такого рода взаимосвязь между солнечными и земными явлениями установлена с полной достоверностью.

Именно на эти проблемы были направлены коллективные усилия ученых многих стран мира, проводивших в 1957—1959 гг. крупнейшие геофизические и астрономические исследования по тщательно подготовленным и согласованным программам Международного геофизического года (МГГ). Но это были исследования в условиях очередного максимума 11-летнего цикла солнечной активности. Были получены результаты огромного научного и

практического значения, и обязательно нужно было повторить подобные исследования в период очередного минимума солнечной активности.

Так возникла идея проведения Международного года спокойного Солнца (МГСС). Этот международный проект был осуществлен в 1964—1965 гг., когда наше светило очередной раз несколько умирало свой обычно бурный нрав.

В осуществлении МГСС участвовало более 60 стран, активную роль играли советские ученые. Проведению МГСС посвящена интересная книга Н. В. Пушкова и Б. И. Силкина, выпущенная

рого сделаны из бронзы, меди и других немагнитных металлов и сплавов. Не прекращая магнитную съемку, «Заря» прошла за время МГГ около 100 000 км.

Магнитные исследования своеобразно отмечены почтой республики Перу: на марке показана опоясанная магнитным экватором Земля, несущаяся в мировом пространстве.

Международный геофизический год был приурочен к периоду ожидаемого максимума солнечной активности. Изучению солнечной активности посвящена советская марка, достоинством в 40 копеек. На переднем плане знака почтовой оплаты изображен хромосферно-фотосферный телескоп, направленный на Солнце.

На чехословацкой марке в 30 геллеров изображен радиотелескоп в Онджейове.

Для изучения полярных сияний в 1957—1959 гг. было установле-

но в северном и южном полушариях более 126 специальных фотокамер, которые фотографировали небо через каждые пять минут, а некоторые — через одну минуту. Одна из таких фотокамер показана на советской почтовой миниатюре в сполохах северного сияния. Другая марка, выпущенная Венгрией в серии МГГ, изображает северное сияние в южном полушарии, о чем свидетельствует житель Антарктиды — пингвин.

На одной из марок Чехословакии в 45 геллеров показана метеорологическая станция. Она расположена в Высоких Татрах на вершине Ломницкого пика, на 2 634 м над уровнем моря. Аэрологи во время МГГ запускали зонды много выше этой станции — до 30 км и более. Один из таких шаров-зондов, использовавшихся для изучения высоких слоев атмосферы, изображен на марке

ГДР в 20 пфеннигов. Еще большей высоты достигали метеорологические ракеты, с помощью которых исследовались верхние слои атмосферы. На советской марке показана такая ракета и часть поверхности Земли.

Изучению метеоров посвящена советская марка. На фоне ночного неба показан яркий след пролетающего метеора; радарная установка чутко следит за ним; на заднем плане видна обсерватория.

Мы рассказали о некоторых марках, посвященных Международному геофизическому году. А их насчитывается около 120. Если собрать весь филателистический материал, снабдить его историческими и научными справками, то получится богатейшая познавательная коллекция, рассказывающая о нашей планете и науках, ее изучающих.

Е. В. МИЛОВИДОВ



Научно-техническим гидрометеорологическим издательством*.

Наблюдения по программам МГСС закончились к 1 января 1966 г., но накопленный материал будет анализироваться и обобщаться в течение ряда лет. Поэтому выход рецензируемой книги является весьма своевременным. В январе — феврале 1967 г. в Москве проходила Всесоюзная конференция, подводившая первые и пока только предварительные итоги МГСС. Присутствовали более 700 ученых от 140 учреждений различных ведомств. Были проведены пленарные заседания, симпозиумы: «Спокойная и возмущенная магнитосфера» и «Солнечно-земные связи в метеорологии», заседания секций метеорологии и физики атмосферы, геомагнетизма и земных токов, полярных сияний и свечения ночного неба, ионосферы, метеоров, солнечной активности, космических лучей и радиационных поясов. Было заслушано 438 научных докладов. Первая международная конференция такого рода состоялась в Лондоне в июле 1967 г.

* Н. В. Пушков, Б. И. Силкин. «Внимание! Солнце спокойно». Гидрометеоиздат, Л., 1966, 183 стр., цена 31 коп.

Главная задача МГСС — углубление существующих представлений о солнечно-земных связях. Но нужно помнить, что, кроме упоминавшихся выше достоверно установленных взаимосвязей между солнечными и земными явлениями, есть и такие процессы на Земле, в которых еще остается много неясного: речь идет о их подверженности солнечным влияниям. В первую очередь, сюда относятся погодообразующие процессы в земной атмосфере. Можно не сомневаться, что в вопросах долгосрочного прогноза погоды — а это дело огромного научного и народнохозяйственного значения — основной прогресс будет достигнут в будущем, в значительной степени, именно благодаря выявлению и изучению влияний солнечной активности на погоду и климат. Но пока, несмотря на многочисленные сопоставления явлений погоды и климата с различными индексами, надежной связи, а главное — правдоподобных физических механизмов и динамических моделей установить не удастся. «В столетней истории изучения солнечно-земных связей можно найти немало примеров того, как бедному светилу приписывалось то, в чем оно абсолютно не повинно» — справедливо указывают авторы. Такие проблемы занимали большое место в программах МГСС.

Таковы вопросы, составляющие содержание книги «Внимание! Солнце спокойно». Продолжавшийся два года МГСС ознаменовался большими успехами в науке. Куда больше мы знаем теперь о солнечной активности — о вспышках, факах, флоккулах, протуберанцах. Много нового принес МГСС тем, кто изучает магнитное поле Земли, ее ионосферу, полярные сияния, потоки космических частиц, тесно связанные с явлениями на Солнце. В значительной мере прояснились весьма сложные «взаимоотношения» климата и погоды с деятельностью

Солнца. И каждая из этих проблем, так занимающих сегодня всех, кто интересуется науками о Земле, нашла свое отражение в книге.

Но нужно сказать, что книга эта — не только о Земле, ее связях с Солнцем, о геофизических процессах, возникающих на нашей планете под воздействием ближайшей звезды. В еще большей степени — это книга о сотрудничестве ученых всего мира, участвовавших в проведении Международного года спокойного Солнца.

Один из авторов книги — лауреат Ленинской премии, доктор физико-математических наук Н. В. Пушков — принадлежит к числу крупнейших советских геофизиков, он — бессменный руководитель одного из ведущих научных учреждений страны в этой области — Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Академии наук СССР. Другой — научный сотрудник Междуведомственного геофизического комитета Академии наук СССР — автор многих статей и книг, посвященных нашей планете. Такое соавторство позволило рассказать о сложных научных проблемах одновременно и в достаточно понятной форме, и вполне достоверно с научной точки зрения, т. е. понятно и без вульгаризации предмета.

Книга выдержана в духе международного сотрудничества — в том духе, каким был отмечен МГСС. Поэтому можно приветствовать решение издательства «Мир» опубликовать эту отличную книгу также на английском и французском языках, — за рубежом еще не было ни одной книги, рассказывающей об этом славном периоде в жизни науки.

Книгу с интересом прочтут все, кто интересуется познанием нашей планеты и окружающего ее космического пространства.

И. А. ХВОСТИКОВ,
профессор

Под таким названием вышла в 1966 г. книга*, автор которой сделал попытку «по возможности полно изложить и детально проанализировать наиболее важные линии творчества Вильяма Гершеля — именно, его первые, но уже всесторонние исследования мира туманностей...»

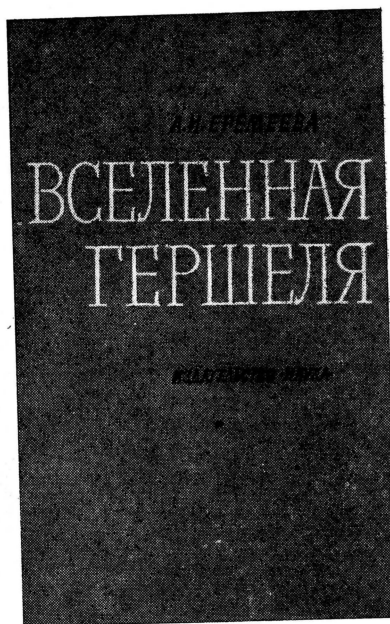
Книга сравнительно невелика по объему (319 страниц) и не охватывает всех сторон научной деятельности Гершеля даже в области звездной астрономии, прочный фундамент которой заложил сам Гершель в эпоху общего увлечения решением проблем небесной механики. Без преувеличения можно сказать, что автору книги удалось убедительно нарисовать образ Гершеля как исследователя строения и развития мира звезд и галактик, резко отличающийся от привычного, трафаретного его образа — усердного шлифовальщика зеркал телескопов и неутомимого наблюдателя.

Тщательное знакомство с первоисточниками позволило автору книги сделать новые, порой неожиданные, выводы. Так, в III главе книги, составив карту распределения туманностей (по Гершелю), автор получил возможность сравнить результаты работ Герше-

* А. И. Еремеева, «Вселенная Гершеля. Космологические и космогонические идеи и открытия», «Наука», Москва, 1966.

ля с работами Вокулера (1959) и найти в них много общего. Интересен проведенный в главе VI анализ формирования небулярной гипотезы Гершеля о происхождении звезд под действием центральных сил. Автор, в частности, показывает, что эта гипотеза была высказана Гершелем «со всей определенностью в результате анализа непосредственных наблюдений, за пять лет до появления небулярной космогонической гипотезы Лапласа». Весьма интересно и сравнение результатов работ Гершеля по изучению кратных туманностей с работами ученых XX столетия (глава II). Убедительно показана тесная связь концепций Гершеля. При этом Гершель характеризуется как подлинный исследователь Вселенной, вдумчивый и крайне осторожный в своих выводах. И вполне убедительно звучат слова автора о том, что «Гершель мог видеть больше, увидел больше и понял больше, чем это было принято думать до сих пор».

В рецензируемой книге вызывает неудовлетворенность краткость вводного раздела — «В. Гершель и его время». Введение почти полностью посвящено самому Гершелю, оно лишь в малой степени характеризует его эпоху, в



частности, те чрезвычайно далекие от звездной астрономии основные русла, по которым развивалась астрономия того времени.

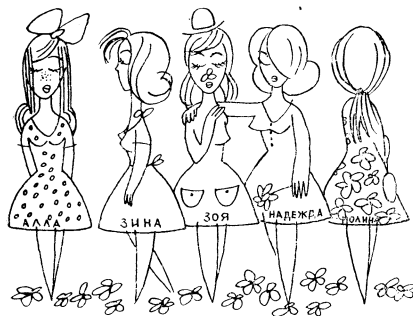
Несомненно, автор писал свою книгу с большим увлечением, но это не помешало ему критически проанализировать деятельность Гершеля.

Р. В. КУНИЦКИЙ,
профессор

Отвечаем на вопросы читателей

ВОПРОС. Многие читатели, заинтересовавшись статьей В. П. Щеглова «Самаркандская обсерватория Улугбека» («Земля и Вселенная», № 4, 1967 г.), просят нас сообщить о новинках литературы, из которой они могли бы подробнее узнать не только о Самаркандской обсерватории Улугбека, но и об упомянутом в статье польском астрономе Яне Гевелии.

ОТВЕТ. В связи с приближающимся 2500-летием Самарканда издательство «Фан» АН УзССР готовит к выходу в свет книгу «Ян Гевелий. Атлас звездного неба» (Ответственный редактор В. П. Щеглов), в которой будут опубликованы выдержки из трактата Яна Гевелия «Предвестник астрономии», даны исторические сведения об авторе «Атласа», помещено много репродукций со средневековых гравюр, выполненных с большим художественным мастерством. В этой книге читатели также найдут дополнительные сведения об Улугбеке и его обсерватории. Предварительный заказ на книгу можно направить по адресу: г. Ташкент, Астрономический институт.



Агрипина	645	Елизавета	412	Людмила	665	Рим	1025
Ада	523	Зиновия	840	Майя	66	Рита	1180
Александра	84	Ида	243	Маргарита	310	Роза	223
Анастасия	824	Ирена	14	Марго	1172	Розалия	314
Анна	265	Иреней	794	Мариянна	602	Сара	533
Афродита	1388	Инна	848	Марина	1202	Светлана	882
Белла	695	Ирма	177	Марин	170	Серафима	838
Берта	154	Катерина	320	Марта	205	Соня	1293
Бронислава	1315	Катя	1123	Матильда	233	Сузана	542
Валентина	447	Кира	1456	Муза	600	Тамара	326
Валерия	611	Клавдия	311	Ната	1086	Татьяна	769
Вера	244	Клара	642	Наталия	448	Тина	1222
Вероника	612	Ксения	625	Наташа	1121	Файна	751
Викторий	12	Ларисса	1162	Нина	779	Фрида	722
Виолетта	557	Лаура	467	Нора	783	Эдит	517
Владилена	852	Лена	789	Олимпиада	1022	Элла	277
Герта	135	Леокадия	969	Ольга	304	Эльвира	435
Дездемона	666	Леонора	696	Пелагея	1190	Эльза	182
Джульетта	1285	Лидия	110	Раиса	1137	Эмма	283
Диана	78	Лилия	1092	Раймонда	1450	Юдифь	654
Ева	164	Луиза	599	Регина	285	Юлиана	816
Евгения	45	Люба	1062	Ревекка	572	Юлия	89
Елена	101	Люда	1158	Рената	575	Ярослава	1110

Матильда, Эльвира и даже случаи, когда латинское написание несколько отличается от русского — Рима, Ларисса. Кроме того, более полутора сотен астероидов безымянны и имеют только номера. Внимательно изучая список, заинтересованные читательницы обнаружат, что в нем отсутствуют многие распространенные у нас имена — Алла, Зинаида, Зоя, Надежда, Полина и др.

И. Т. ЗОТКИН

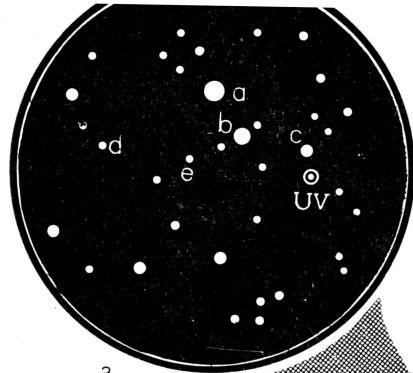
Научно-популярный
журнал
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Адрес редакции:

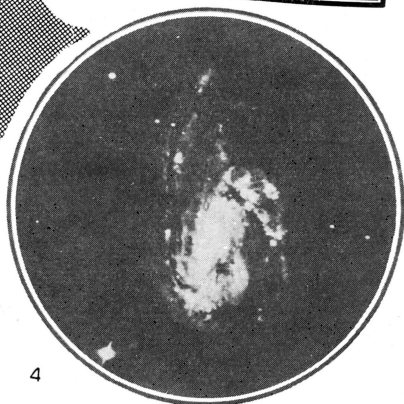
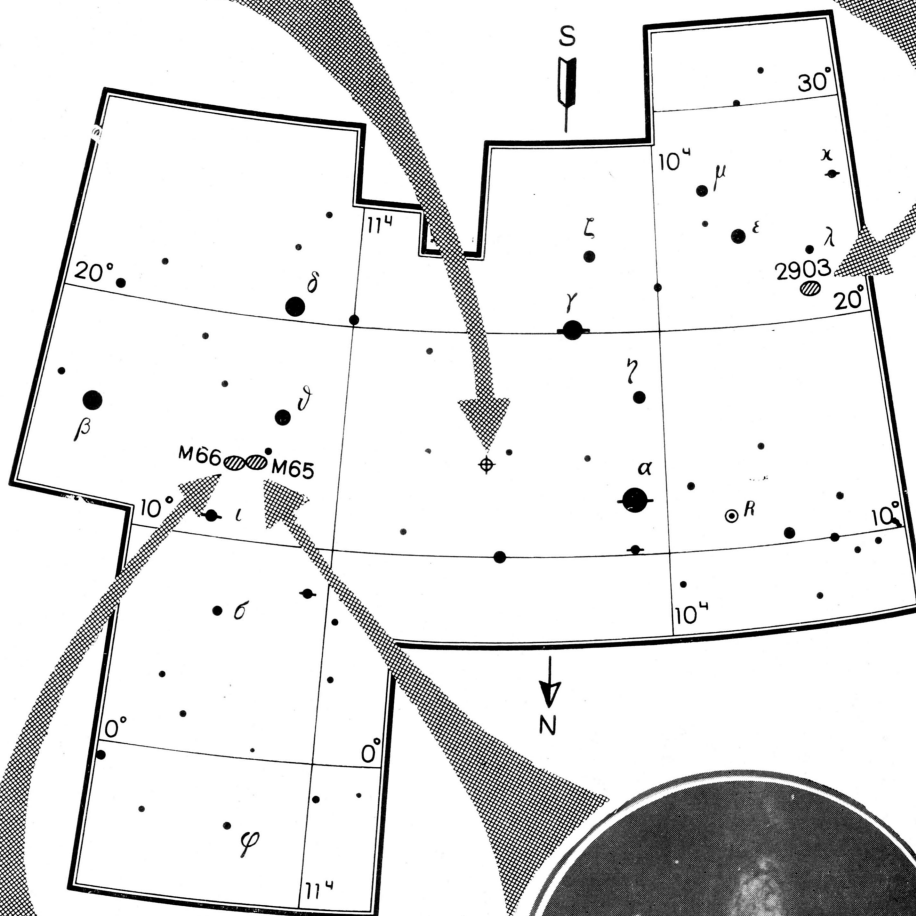
Москва, В-333
Ленинский пр., 61/1.
Тел. АВ 7-78-14
АВ 7-67-09

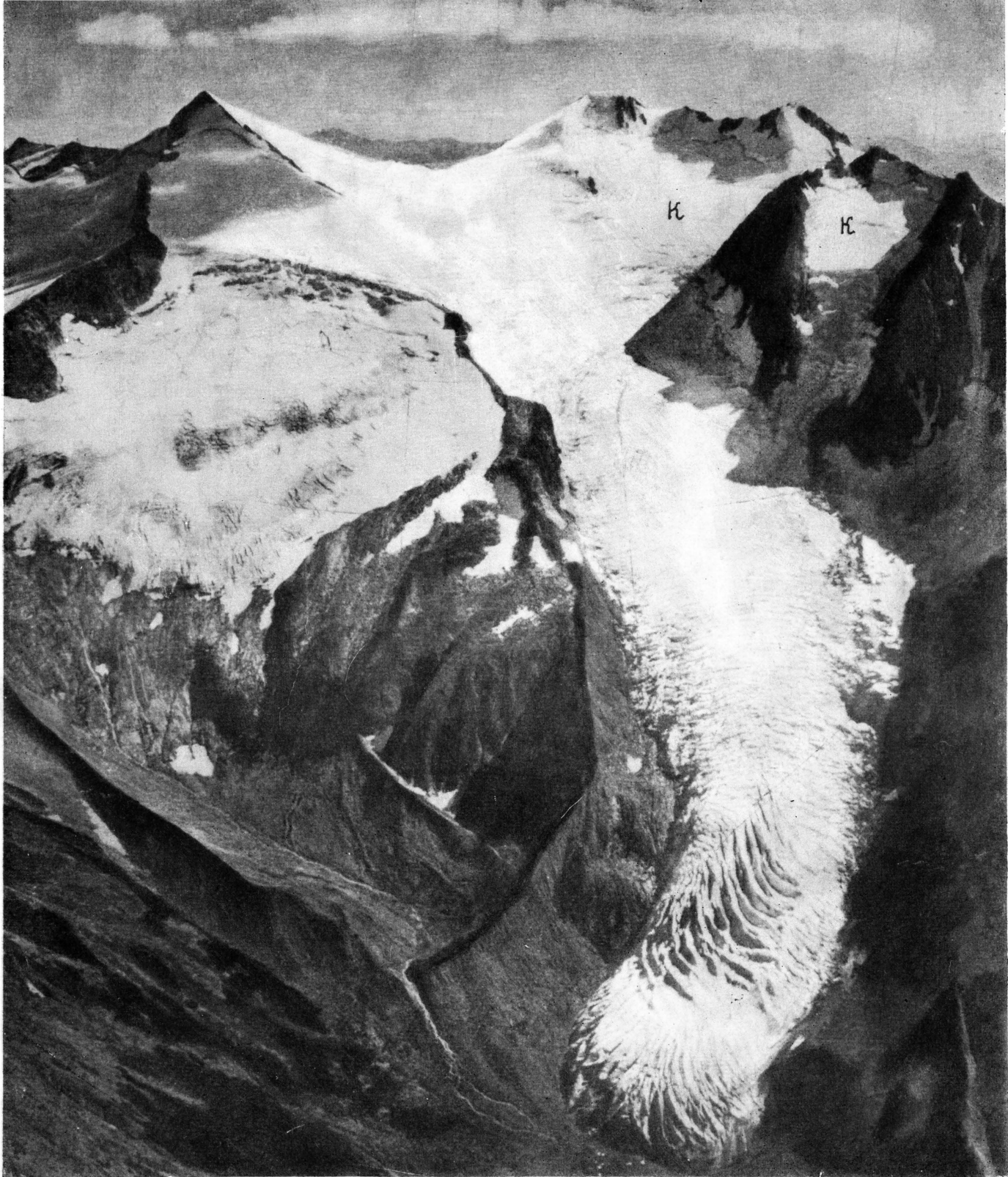
Корректоры А. М. Балун ова,
Г. Н. Нелидова

Т-01728. Сдано в набор 14/XI 1967 г.
Подписано к печати 25/I 1968 г.
Формат бум. 84X108¹/₁₆. Печ. л. 6,0 (10,08)
Уч.-изд. л. 10,01+1 вклейка. Тираж 38 800 экз.
Заказ 3626. Цена 30 коп.



$a = 7,64$
 $b = 8,24$
 $c = 9,25$
 $d = 9,44$
 $e = 10,23$





Цена 30 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО



«НАУКА»

Индекс 70336